

BEST AVAILABLE COPY

明 細 書

ズームレンズ及び撮像装置

技術分野

- [0001] 本発明は新規なズームレンズ及び撮像装置に関する。詳しくは、ビデオカメラやデジタルスチルカメラ等の撮像素子により受光するカメラに適切なズームレンズ及び該ズームレンズを使用した撮像装置に関する。

背景技術

- [0002] 従来より、カメラにおける記録手段として、CCD (Charge Coupled Device) やCMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 等の光電変換素子を用いた撮像素子によって、撮像素子面上に形成された被写体像を、各光電変換素子によって被写体像の光量を電氣的出力に変換して、記録する方法が知られている。
- [0003] 近年の微細加工技術の技術進歩に伴い、中央演算処理装置 (CPU) の高速化や記憶媒体の高集積化が図られ、それまでは取り扱えなかったような大容量の画像データが高速処理できるようになってきた。また、受光素子においても高集積化や小型化が図られ、高集積化により、より高い空間周波数の記録が可能となり、小型化により、カメラ全体の小型化が図れるようになって来た。
- [0004] 但し、上述の高集積化や小型化により、個々の光電変換素子の受光面積が狭まり、電気出力の低下に伴ってノイズの影響が大きくなる問題があった。これを防ぐために、光学系の大口径比化により受光素子上に到達する光量を増大させる試みや、また、各素子の直前に微小なレンズ素子 (所謂、マイクロレンズアレイ) を配置する試みが為されて来た。上記マイクロレンズアレイは、隣り合う素子同士の間に至る光束を素子上へ導く代わりに、レンズ系の射出瞳位置に制約を与える。すなわち、レンズ系の射出瞳位置が受光素子に近づくと、受光素子に到達する主光線の光軸となす角度が大きくなり、画面周辺部へ向かう軸外光束が光軸に対してさらに大きな角度をなし、結果、受光素子上に到達せず、光量不足を招いてしまう。
- [0005] 上記した光電変換素子を介して被写体像を記録するカメラに適したズームレンズに関する発明が種々提案されてきた。

- [0006] 例えば、ビデオカメラ用のズームレンズとしては、物体側より順に配置された、正レンズ群、負レンズ群、正レンズ群、正レンズ群の4つのレンズ群で構成される、いわゆる、正負正正4群ズームレンズが主流である。特に、変倍に際して、第1レンズ群と第3レンズ群とが光軸方向に固定され、第2レンズ群がバリエータ、第4レンズ群がコンペンゼータとして機能するズームタイプが主流であった。
- [0007] 近年の受光素子の高集積化に伴い、レンズ系の小型化や高性能化が図られてきた。特に、こうした小型化や高性能化を図るには、レンズ位置状態の変化に伴う、諸収差の変動を良好に補正することが肝要である。
- [0008] 上記した正負正正4群ズームレンズでは負の屈折力を有するレンズ群が1つしか存在しないため、広角端状態で負の歪曲収差の補正が難しいことが問題であった。特に、バリエータが第2レンズ群だけのため、所定の変倍比を得るには第2レンズ群の屈折力を弱めることが難しく、負の歪曲収差の補正を他のレンズ群で行う必要があった。その結果、第3レンズ群を正部分群と負部分群で構成し、広角端状態で発生しやすい負の歪曲収差を良好に補正するようにし、同時に、第3レンズ群は第2レンズ群により発散された光束を収斂させるため、強い正屈折力を有するように構成していた。
- [0009] 小型化と高性能化とを両立させる上で、非球面レンズの利用が効果的であることが一般的に知られている。特に、第2レンズ群は変倍作用を担うため、屈折力が強いほど、所定の変倍比を得るのに必要な移動量が少なくなり、レンズ全長の短縮化が可能である。屈折力を強めた際に発生する諸収差を非球面を導入することにより補正していた。
- [0010] 上記正負正正4群ズームレンズにおいて、具体的に非球面レンズを第2レンズ群に導入した発明としては、例えば、特開平8-160299号公報、特開平11-52236号公報、特開2002-36554号公報が知られている。
- [0011] 特開平8-160299号公報の実施例6においては、第2レンズ群が2枚の両凹レンズ及び両凸レンズで構成され、最も物体側に配置される両凹レンズの像側レンズ面が非球面となっていた。特開平11-52236号公報の実施例4、5においては、第2レンズ群が2枚の負レンズで構成され、最も物体側に配置される負メニスカスレンズの

像側レンズ面が非球面となっていた。特開2002-36554号公報においては、第2レンズ群が負メニスカスレンズ及び両凹レンズと正レンズとの接合レンズで構成され、両凹レンズの物体側レンズ面が非球面となっていた。

- [0012] しかしながら、第2レンズ群は変倍作用を担うレンズ群であり、広角端状態では軸外光束が光軸から離れて通過し、望遠端状態では軸上光束が広がった状態で通過するため、製造時に発生する微小な偏心によっても偏心コマ収差が発生し、光学品質が低下しやすいという問題点があった。
- [0013] このため、特開平8-160299号公報のように、第2レンズ群の最も物体側のレンズ面が開口絞りに対して凸面を向けた場合には、製造時に発生する微小な偏心によって広角端状態で画面周縁部において偏心コマ収差が発生しやすく、また、3枚の単レンズで構成されるために、製造時に発生する微小な偏心によって望遠端状態で画面中心部において偏心コマ収差が発生やすく、結果、所定の光学品質を維持することが難しかった。
- [0014] 特開平11-52236号公報によるズームレンズでは、回折光学素子を含んでいるため、レンズ枚数は少ないが製造時に発生する微小な偏心によっても回折が変化して、諸収差の補正状態が変化してしまうため、所定の光学性能を得ることが難しいという問題があった。このため、製造時に発生する偏心を極力抑えるような鏡筒構造や、調整方法が必要となるので、鏡筒構造及び調整作業の複雑化を引き起こし、その結果著しいコスト増を招いていた。
- [0015] 特開2002-36554号公報によるズームレンズでは、非球面が配設された両凹レンズは物体側レンズ面が開口絞りに対して、凸面を向けるために、偏心が起こった際に画面周辺部において発生するコマ収差の変動が大きく、製造時における僅かな組付誤差等によって光学品質が損なわれ、安定した光学品質を得ることが難しいという問題点があった。
- [0016] 本発明は上記した問題点を解決し、製造時における組付誤差等の影響を少なくして、安定した光学品質を達成可能なズームレンズ及び該ズームレンズを使用した撮像装置を提供することを課題とする。

発明の開示

[0017] 本発明ズームレンズは、上記した課題を解決するために、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群が配列されて成り、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、上記第1レンズ群及び第3レンズ群が光軸方向に一定の位置に固定され、上記第2レンズ群が像側へ移動し、上記第4レンズ群の移動により上記第2レンズ群の移動に伴う像面位置の変動を補償し、開口絞りが上記第3レンズ群の物体側又は第3レンズ群中に配置され、上記レンズ位置状態が変化する際に光軸方向に固定され、上記第2レンズ群は、物体側より順に配列された、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ及び両凹レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズで構成され、上記負メニスカスレンズはガラスレンズの像側に樹脂レンズを複合した複合レンズであり、上記樹脂レンズの像側レンズ面が非球面であり、 n_2 を第2レンズ群を構成するガラスレンズのd線に対する屈折率の平均として、条件式(1) $n_2 > 1.75$ を満足する。

[0018] また、本発明撮像装置は、上記した課題を解決するために、ズームレンズと、上記ズームレンズで形成された光学像を電気信号に変換する撮像素子を備えた撮像装置であって、上記ズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群が配列されて成り、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、上記第1レンズ群及び第3レンズ群が光軸方向に一定の位置に固定され、上記第2レンズ群が像側へ移動し、上記第4レンズ群の移動により上記第2レンズ群の移動に伴う像面位置の変動を補償し、開口絞りが上記第3レンズ群の物体側又は第3レンズ群中に配置され、上記レンズ位置状態が変化する際に光軸方向に固定され、上記第2レンズ群は、物体側より順に配列された、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ及び両凹レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズで構成され、上記負メニスカスレンズはガラスレンズの像側に樹脂レンズを複合した複合レンズであり、上記樹脂レンズの像側レンズ面が非球面であり、 n_2 を第2レンズ群を構成するガラスレンズのd線に対する屈折率の平均として、条件式(1) $n_2 > 1.75$ を満足する。

[0019] 従って、本発明にあっては、第2レンズ群の厚みが減少し、小型化と高性能化の両立が図れる。

[0020] 本発明ズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群が配列されて成り、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、上記第1レンズ群及び第3レンズ群が光軸方向に一定の位置に固定され、上記第2レンズ群が像側へ移動し、上記第4レンズ群の移動により上記第2レンズ群の移動に伴う像面位置の変動を補償し、開口絞りが上記第3レンズ群の物体側又は第3レンズ群中に配置され、上記レンズ位置状態が変化する際に光軸方向に固定され、上記第2レンズ群は、物体側より順に配列された、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ及び両凹レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズで構成され、上記負メニスカスレンズはガラスレンズの像側に樹脂レンズを複合した複合レンズであり、上記樹脂レンズの像側レンズ面が非球面であり、以下の条件式(1)を満足することを特徴とする。

[0021] $(1) n_2 > 1.75$

但し、

n_2 : 第2レンズ群を構成するガラスレンズのd線に対する屈折率の平均。

[0022] また、本発明撮像装置は、ズームレンズと、上記ズームレンズで形成された光学像を電気信号に変換する撮像素子を備えた撮像装置であって、上記ズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群が配列されて成り、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、上記第1レンズ群及び第3レンズ群が光軸方向に一定の位置に固定され、上記第2レンズ群が像側へ移動し、上記第4レンズ群の移動により上記第2レンズ群の移動に伴う像面位置の変動を補償し、開口絞りが上記第3レンズ群の物体側又は第3レンズ群中に配置され、上記レンズ位置状態が変化する際に光軸方向に固定され、上記第2レンズ群は、物体側より順に配列された、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ及び両凹レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズで構成され、上記負メニ

カスレンズはガラスレンズの像側に樹脂レンズを複合した複合レンズであり、上記樹脂レンズの像側レンズ面が非球面であり、以下の条件式(1)を満足することを特徴とする。

[0023] (1) $n_2 > 1.75$

但し、

n_2 : 第2レンズ群を構成するガラスレンズのd線に対する屈折率の平均。

[0024] 従って、本発明ズームレンズにあっては、第2レンズ群の厚みが減少し、小型化と高性能化の両立が図れる。また、本発明撮像装置は、本発明ズームレンズを使用することにより小型に構成することができると共に高画質の画像を取得することが出来る。

[0025] 請求項2及び請求項6に記載した発明にあっては、 R_s を第2レンズ群中に配置される負メニスカスレンズの最も像側のレンズ面の曲率半径、 D_a を広角端状態における上記レンズ面 R_s から開口絞りまでの距離として、条件式(2) $0.25 < R_s / D_a < 0.45$ を満足するので、広角端状態において、画角の変化に伴って発生するコマ収差の変動を良好に補正することが出来る。

[0026] 請求項3及び請求項7に記載した発明にあっては、 R_1 を第2レンズ群中に配置される負メニスカスレンズの最も物体側のレンズ面の曲率半径、 R_2 を第2レンズ群中に配置される負メニスカスレンズを構成するガラスレンズの像側レンズ面の曲率半径として、条件式(3) $0.7 < (R_1 - R_2) / (R_1 + R_2) < 0.9$ を満足するので、製造時における組付誤差等の影響を少なくして、安定した光学品質を達成することが出来ると共にレンズ系のさらなる小型化が可能である。

[0027] 請求項4及び請求項8に記載した発明にあっては、 f_2 を第2レンズ群の焦点距離、 f_w を広角端状態におけるレンズ全系での焦点距離、 f_t を望遠端状態におけるレンズ全系での焦点距離として、条件式(4) $0.3 < |f_2| / (f_w \cdot f_t)^{1/2} < 0.4$ を満足するので、レンズ位置状態の変化に伴って発生する軸外収差の変動をより良好に補正することが出来る。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]図1は、本発明ズームレンズの各実施例の屈折力配置と変倍時における各レンズ群の可動の可否を示す図である。

[図2]図2は、本発明ズームレンズの第1実施例のレンズ構成を示す図である。

[図3]図3は、図4及び図5と共に第1実施例に具体的数値を適用した数値実施例1の各種収差図を示すものであり、本図は広角端状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。

[図4]図4は、中間焦点距離状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。

[図5]図5は、望遠端状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。

[図6]図6は、本発明ズームレンズの第2実施例のレンズ構成を示す図である。

[図7]図7は、図8及び図9と共に第2実施例に具体的数値を適用した数値実施例2の各種収差図を示すものであり、本図は広角端状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。

[図8]図8は、中間焦点距離状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。

[図9]図9は、望遠端状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。

[図10]図10は、本発明ズームレンズの第3実施例のレンズ構成を示す図である。

[図11]図11は、図12及び図13と共に第3実施例に具体的数値を適用した数値実施例3の各種収差図を示すものであり、本図は広角端状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。

[図12]図12は、中間焦点距離状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。

[図13]図13は、望遠端状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示すものである。

[図14]図14は、本発明撮像装置の実施の形態を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

[0029] 以下に、本発明ズームレンズ及び撮像装置を実施するための最良の形態について添付図面を参照して説明する。

- [0030] 本発明ズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群の4つのレンズ群を配列して構成し、焦点距離が最も短い広角端状態から焦点距離が最も長い望遠端状態まで変倍する際に、第1レンズ群と第3レンズ群とが光軸方向に一定位置に固定され、第2レンズ群が像側へ移動し、第4レンズ群が第2レンズ群の移動に伴う像面位置の変動を補償するように移動する。
- [0031] 開口絞りは第3レンズ群の物体側か、あるいは、第3レンズ群中に配置される。
- [0032] 以上の構成の基で、本発明ズームレンズにおいては、第2レンズ群が物体側より順に配列された、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ及び両凹レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズで構成され、負メニスカスレンズをガラスレンズとその像側に成形された樹脂レンズとの複合レンズとし、樹脂レンズの像側レンズ面を非球面とすることにより、小型化と高性能化とを両立させ、製造時における組付誤差等の影響を少なくして、安定した光学品質を達成することができる。
- [0033] 従来より、正負正正4群ズームレンズにおいては、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に発生する軸外収差の変動を良好に補正することが肝要であった。
- [0034] こうした変動を補正するには、軸外光束の通過する高さをレンズ位置状態の変化に伴って積極的に変化させることが効果的であり、特に、開口絞りの物体側と像側にそれぞれ1つ以上の可動レンズ群を配設することにより、上記変動を良好に補正することが可能である。
- [0035] 本発明ズームレンズにおいては、第3レンズ群の物体側か、あるいは、第3レンズ群中に開口絞りを配置することにより、可動である第2レンズ群を開口絞りの物体側に、同じく可動である第4レンズ群を開口絞りの像側に配置して、レンズ位置状態の変化に伴って発生する軸外収差の変動を良好に補正している。
- [0036] 従来の正負正正4群ズームレンズにおいては、負の屈折力を有するレンズ群が第2レンズ群しかないために、光学系の小型化と光学性能の高性能化との両立化が難しいという問題があった。
- [0037] 一般に光学系の小型化とはレンズ全長の短縮化と開口絞りから離れて配置される

ためにレンズ径が大きな第1レンズ群のレンズ径の小径化とに分けられるが、大きさは体積であるため、長さの減少にのみ寄与するレンズ全長の短縮化よりも高さと幅の減少に寄与するレンズ径の小径化の方が小型化への寄与が大きい。

- [0038] ところが、第1レンズ群のレンズ径を小径化するには、第1レンズ群及び第2レンズ群を通過する軸外光束の高さを光軸に近づける必要がある。しかしながら、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に発生する軸外収差の補正には、各レンズ群を通過する軸外光束の高さを積極的に変化させることが重要であり、そのために小径化と高性能化との両立化が難しかった。
- [0039] 第1レンズ群のレンズ径を小さくするためは、広角端状態で第1レンズ群を通過する光束が光軸に近い位置を通過するように構成することが望ましい。このため、軸外収差は第2レンズ群において補正することが望ましいが、上述した通り、小径化を図るために、第2レンズ群を通過する軸外光束を光軸に近づけると、画角の変化に伴って発生するコマ収差の変動を良好に補正することが難しかった。
- [0040] そこで、本発明ズームレンズにおいては、第2レンズ群全体の厚みを薄くすることによって、小径化を図っている。具体的には、第2レンズ群を負メニスカスレンズ及びその像側に空気間隔を隔てて配置される、両凹レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズにより構成し、第2レンズ群を構成する各レンズに高屈折率の硝材を導入することにより、負メニスカスレンズの像側レンズ面及び両凹レンズの物体側レンズ面の曲率半径を大きくすることを可能にし、それによって負メニスカスレンズと両凹レンズとの間に形成される空気間隔を狭めて、第2レンズ群の厚みを薄くしている。
- [0041] 加えて、負メニスカスレンズをメニスカス形状のガラスレンズと、その像側レンズ面に密着するように成形された薄い樹脂レンズとの複合レンズとして、樹脂レンズの像側レンズ面を非球面で構成している。
- [0042] 近年、ガラスレンズの非球面レンズの加工は、モールド成形によるのが主流となっているが、成形前の素材形状が球形に近いために、両凸レンズ形状の加工には向いていても、負レンズの加工には不向きである。特に、第2レンズ群中に有るようなメニスカス形状の負レンズでは、物体側レンズ面、像側レンズ面のいずれの面の球心も、レンズ位置から像側に離れて位置するため、成形直後の冷却段階で不均衡な応力

がかかり割れが発生しやすい。このため、中心厚を厚くする、中心厚とレンズ周縁部での肉厚差を減らす等といったレンズ形状の制約が生じ、結果、小径化や高性能化といった効果が充分得られなかった。

[0043] ところで、従来より、ガラスレンズの上に密着するように樹脂レンズを成形した複合レンズが知られている。モールド成形が難しい凹レンズに多く用いられる非球面加工技術であるが、曲率半径が小さい凹面への樹脂レンズの成形は、成形時の離型性が劣り、離型時に樹脂レンズ面に加わる応力により面精度が劣化するという問題があった。

[0044] そこで、本発明ズームレンズにおいては、上述した通り、第2レンズ群を構成するガラスレンズを高屈折率の硝材で形成することにより、負メニスカスレンズの像側レンズ面の曲率半径を大きくすることを可能にし、そして、この曲率半径を大きくしたガラスレンズ面上に薄い樹脂レンズ面を成形することによって樹脂レンズの成形時の離型性を良好にして樹脂レンズが良好な面精度を保つようにし、これによって、小型化に伴って発生する諸収差の変動を良好に補正することを可能にしている。

[0045] また、負メニスカスレンズは第2レンズ群で最も開口絞りから離れているため、軸上光束と軸外光束とが離れて通過する。このため、広角端状態で発生しやすい画角の変化に伴うコマ収差の変動を良好に補正することができる。

[0046] 本発明ズームレンズは、以上のように構成することにより、小径化と高性能化との両立を実現した。

[0047] 本発明ズームレンズは、 n_2 を第2レンズ群を構成するガラスレンズのd線に対する屈折率の平均として、以下の条件式(1)を満足する。

[0048] (1) $n_2 > 1.75$

なお、 n_2 は負メニスカスレンズのガラスレンズ部分のd線に対する屈折率を n_{21} 、両凹レンズのd線に対する屈折率を n_{22} 、物体側に凸面を向けた正レンズの屈折率を n_{23} とする時、以下の式で算出される。

[0049] $n_2 = (n_{21} + n_{22} + n_{23}) / 3$

上記条件式(1)は第2レンズ群中に配置されるガラスレンズのd線に対する屈折率を規定する条件式である。

[0050] 上記した通り、本発明ズームレンズにおいては、第2レンズ群を構成するガラスレンズの屈折率を高くすることにより、第2レンズ群の厚みを減らしている。条件式(1)を満足するように、屈折率を設定することにより、レンズ径の小径化と高性能化との両立を図ることができる。

[0051] なお、さらなるレンズ径の小径化を図るには、下限値を1.8とすることが望ましい。

[0052] 本発明ズームレンズにおいて、広角端状態において、画角の変化に伴って発生するコマ収差の変動をさらに良好に補正するためには、 R_s を第2レンズ群中に配置される負メニスカスレンズの最も像側のレンズ面の曲率半径、 D_a を広角端状態における上記レンズ面から開口絞りまでの距離として、以下の条件式(2)を満足することが望ましい。

[0053] (2) $0.25 < R_s / D_a < 0.45$

上記条件式(2)は第2レンズ群中に配置される複合レンズの最も像側のレンズ面の曲率半径を規定する条件式である。

[0054] 条件式(2)の上限値を上回った場合、第2レンズ群を通過する軸外光束が光軸から離れすぎてしまうため、レンズ径の小型化を十分に図ることが出来なくなってしまう。

[0055] 逆に、条件式(2)の下限値を下回った場合、上記像側レンズ面の曲率半径が小さくなるために、成形時に金型と樹脂レンズとの離型性が悪くなって、樹脂レンズの成形面が形状不良を起こしやすくなってしまう。このような、製造時に生じる問題によって安定した光学性能が得られなくなってしまう。

[0056] さらなるレンズ径の小型化を図るには、下限値を0.3とすることが望ましい。

[0057] 本発明ズームレンズにおいて、製造時に生じる問題に拘わらず安定した光学品質を確保し、且つ、さらなるレンズ径の小型化を図るために、 R_1 を第2レンズ群中に配置される負メニスカスレンズの最も物体側のレンズ面の曲率半径、 R_2 を第2レンズ群中に配置される負メニスカスレンズを構成するガラスレンズの像側レンズ面の曲率半径として、以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

[0058] (3) $0.7 < (R_1 - R_2) / (R_1 + R_2) < 0.9$

上記条件式(3)は第2レンズ群中に配置される複合レンズのガラスレンズ部分の形状を規定する条件式である。

- [0059] 条件式(3)の上限値を上回った場合、上記ガラスレンズ部分の中心部と周縁部での肉厚差が大きくなるため、成形時の加温による形状変化が中央部と周縁部とで大きく異なることになる。従って、常温時と異なる形状のガラスレンズの凹面に対して樹脂レンズが成形されるため、常温に戻ると樹脂レンズのレンズ面の形状が成形時から変化してしまい、その結果、所定の光学性能が得られなくなってしまう。
- [0060] 条件式(3)の下限値を下回った場合、第2レンズ群の主点位置が像側に移動するため、第2レンズ群を通過する軸外光束が光軸から離れて、レンズ径の小型化が十分に図れなくなってしまう。
- [0061] 本発明ズームレンズにおいては、レンズ位置状態の変化に伴って発生する軸外収差の変動をより良好に補正するために、 f_2 を第2レンズ群の焦点距離、 f_w を広角端状態におけるレンズ全系での焦点距離、 f_t を望遠端状態におけるレンズ全系での焦点距離として、以下の条件式(4)を満足することが望ましい。
- [0062] (4) $0.3 < |f_2| / (f_w \cdot f_t)^{1/2} < 0.4$
- 上記条件式(4)は第2レンズ群の屈折力を規定する条件式である。
- [0063] 条件式(4)の上限値を上回った場合、所定の変倍比を得るのに必要な第2レンズ群の移動量が大きくなってしまうため、レンズ全長の大型化を引き起こしてしまい、好ましくない。
- [0064] 逆に、条件式(4)の下限値を下回った場合、負メニスカスレンズに非球面を導入しても、レンズ位置状態の変化に伴って発生する軸外収差の変動を抑えることが難しくなってしまう。
- [0065] 本発明ズームレンズにおいては、第2レンズ群以外のレンズ群の何れかに非球面レンズを用いることにより、より高い光学性能を実現することができる。特に、第3レンズ群の最も物体側のレンズ面を非球面とすることによって、中心性能のさらなる高性能化が可能となる。また、第4レンズ群に非球面レンズを用いることにより、望遠端状態における画角によるコマ収差の変動をさらに良好に補正することが可能である。
- [0066] さらに、好ましくは、第2レンズ群に用いた非球面の他に複数の非球面を用いることでより高い光学性能が得られるのは言うまでもない。
- [0067] 本発明ズームレンズにおいて、レンズ系を構成するレンズ群のうち、1つのレンズ群

、あるいは1つのレンズ群の一部を光軸にほぼ垂直な方向にシフトさせることにより、像をシフトさせることも可能であり、カメラのブレを検出する検出系、上記レンズ群をシフトさせる駆動系、検出系の出力に従って駆動系にシフト量を与える制御系と組合せることにより、防振光学系として機能させることが可能である。

[0068] 特に、本発明においては、第3レンズ群の一部、あるいは全体を光軸にほぼ垂直な方向にシフトさせることにより、少ない収差変動で像をシフトさせることが可能である。第3レンズ群は開口絞りの近傍に配置されるので、軸外光束が光軸付近を通過するので、シフトさせた際に発生するコマ収差の変動が少ないからである。

[0069] なお、本発明ズームレンズにおいては、近距離合焦時にレンズ系を構成するレンズ群のうち、1つのレンズ群を移動させるか、あるいは、1つのレンズ群のうち、一部のレンズ群を移動させることが望ましい。

[0070] 特に、第4レンズ群を移動させる場合、レンズ径が小さいので少ない仕事量(=重量×移動量)で近距離合焦が行えるため、好ましい。

[0071] また、モアレ縞の発生を防ぐために、レンズ系の像側にローパスフィルタを配置したり、受光素子の分光感度特性に応じて赤外カットフィルタを配置することも勿論、可能である。

[0072] 以下に、本発明ズームレンズを具体化した実施例及び実施例に具体的数値を適用した数値実施例について説明する。

[0073] なお、各数値実施例において非球面は以下の数1式で表される。

[数1]

$$x = c y^2 / (1 + (1 - (1 + \kappa) c^2 y^2)^{1/2}) + C_4 y^4 + C_6 y^6 + \dots$$

[0074] なお、yは光軸からの高さ、xはサグ量、cは曲率、 κ は円錐定数、 C_4 、 C_6 、…は非球面係数である。

[0075] 図1は本発明ズームレンズの各実施例の屈折力配分を示しており、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1、負の屈折力を有する第2レンズ群G2、正の屈折力を有する第3レンズ群G3、正の屈折力を有する第4レンズ群G4が配列されて構成され、広角端状態(図1にWの線上で示す状態)より望遠端状態(図1にTの線

上で示す状態)への変倍に際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の空気間隔は増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間の空気間隔は減少するように、第2レンズ群G2が像側へ移動する。この時、第1レンズ群と第3レンズ群は固定であって、第4レンズ群G4が第2レンズ群の移動に伴う像面位置の変動を補正するように移動する。

[0076] なお、各実施例においては、最も像側に保護ガラスが配置されている。

[0077] 図2は本発明ズームレンズの第1実施例1によるレンズ構成を示しており、第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズL111及び物体側に凸面を向けた正レンズL112により構成され、第2レンズ群G2は像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL121及び両凹形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズL122により構成され、第3レンズ群G3は両凸形状の正レンズL131及び両凸レンズと両凹レンズとの接合レンズL132により構成され、第4レンズ群G4は物体側に凸面を向けた正レンズL141により構成される。そして、第2レンズ群G2の負メニスカスレンズL121はその像側の面に樹脂レンズPL1が一体的に形成された複合レンズである。

[0078] 第1実施例1では、開口絞りSが第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間に配置され、レンズ位置状態の変化時に固定である。また、第4レンズ群G4と結像面IMGとの間に保護ガラスGLが配置されている。

[0079] 以下の表1に、上記第1実施例に具体的数値を適用した数値実施例1の諸元の値を示す。表1を含む以下の各諸元表中のfは焦点距離、FNOはFナンバー、 2ω は画角を示し、屈折率はd線($\lambda = 587.6\text{nm}$)に対する値である。なお、表1を含む以下の各諸元表中で曲率半径0とは平面を示す。

[表1]

f	1.00	~	2.94	~	9.18
FNO	1.74	~	1.88	~	2.28
2 ω	58.87	~	19.54	~	6.09°

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数
1:	7.1484	0.271	1.92286	20.9
2:	3.8369	0.732	1.75500	52.3
3:	26.8915	0.068		
4:	4.6773	0.447	1.83500	43.0
5:	16.2535	(D5)		
6:	16.2535	0.135	1.80420	46.5 (ガラスレンズ)
7:	1.6057	0.034	1.49108	57.6 (樹脂レンズ)
8:	1.5219	0.525		
9:	-1.9703	0.169	1.77250	49.6
10:	1.5819	0.387	1.84666	23.8
11:	0.0000	(D11)		
12:	0.0000	0.271		(開口絞り)
13:	2.1326	0.560	1.77250	49.6
14:	-12.1384	0.268		
15:	4.1853	0.421	1.48749	70.4
16:	-27.2983	0.169	1.92286	20.9
17:	2.6104	(D17)		
18:	1.9947	0.578	1.48749	70.4
19:	-3.2230	(D19)		
20:	0.0000	0.518	1.51680	64.2 (保護ガラス)
21:	0.0000	(Bf)		

[0080] 数値実施例1において、第8面、第13面、第18面、第19面の各レンズ面は非球面であり、非球面係数は表2に示す通りである。

[表2]

[第 8 面]

$$\begin{aligned} \kappa &= 0.000000 & C_4 &= +0.701062 \times 10^{-2} & C_6 &= -0.484246 \times 10^{-1} \\ & & C_8 &= +0.125092 & C_{10} &= -0.106730 \end{aligned}$$

[第 13 面]

$$\begin{aligned} \kappa &= -0.484468 & C_4 &= -0.898422 \times 10^{-2} & C_6 &= -0.378460 \times 10^{-2} \\ & & C_8 &= +0.414017 \times 10^{-2} & C_{10} &= -0.186909 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

[第 18 面]

$$\begin{aligned} \kappa &= -0.981705 & C_4 &= -0.215193 \times 10^{-1} & C_6 &= +0.321413 \times 10^{-1} \\ & & C_8 &= +0.284712 \times 10^{-2} & C_{10} &= 0 \end{aligned}$$

[第 19 面]

$$\begin{aligned} \kappa &= +0.000000 & C_4 &= +0.223723 \times 10^{-1} & C_6 &= +0.380424 \times 10^{-1} \\ & & C_8 &= 0 & C_{10} &= 0 \end{aligned}$$

[0081] 第1実施例1において、レンズ位置状態が変化する際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の軸上面間隔D5、第2レンズ群G2と開口絞りSとの間の軸上面間隔D11、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間の軸上面間隔D17、第4レンズ群G4と保護ガラスGLとの間の軸上面間隔D19は可変である。そこで、表3に数値実施例1における上記各可変軸上面間隔を焦点距離fと共に示す。

[表3]

(可 変 間 隔 表)

f	1.000	2.942	9.188
D5	0.193	1.930	3.130
D11	3.371	1.634	0.435
D17	0.866	0.363	1.028
D19	0.742	1.245	0.580
Bf	0.705	0.705	0.705

[0082] 以下の表4に数値実施例1における(1)～(4)の各条件式対応値を示す。

[表4]

$$f_2 = -1.120$$

$$1) n_2 = 1.808$$

$$2) R_s / D_a = 0.342$$

$$3) (R_1 - R_2) / (R_1 + R_2) = 0.820$$

$$4) |f_2| / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = 0.370$$

[0083] 図3乃至図5は数値実施例1における無限遠合焦状態での諸収差図をそれぞれ示し、図3は広角端状態($f=1.000$)、図4は中間焦点距離状態($f=2.942$)、図5は望遠端状態($f=9.188$)における諸収差図を示す。

[0084] 非点収差図中の実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面を示し、コマ収差図は、像高 $y=0, 0.254, 0.355, 0.507$ でのコマ収差をそれぞれ示し、 A は画角を示す。

[0085] 各収差図から、数値実施例1は諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

[0086] 図6は本発明ズームレンズの第2実施例2のレンズ構成を示しており、第1レンズ群 $G1$ は物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズ $L211$ 及び物体側に凸面を向けた正レンズ $L212$ により構成され、第2レンズ群 $G2$ は像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ $L221$ 及び両凹形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズ $L222$ により構成され、第3レンズ群 $G3$ は物体側に凸面を向けた正レンズ $L231$ 、両凹形状の負レンズ $L232$ 及び両凸形状の正レンズ $L233$ により構成され、第4レンズ群 $G4$ は物体側に凸面を向けた正レンズ $L241$ により構成される。そして、第2レンズ群 $G2$ の負メニスカスレンズ $L221$ はその像側の面に樹脂レンズ $PL2$ が一体的に形成された複合レンズである。

[0087] 第2実施例2では、開口絞り S が第3レンズ群中の正レンズ $L231$ と負レンズ $L232$ との間に配置され、レンズ位置状態の変化時に固定である。また、第4レンズ群 $G4$ と結像面 IMG との間に保護ガラス GL が配置されている。

[0088] 以下の表5に、第2実施例に具体的数値を適用した数値実施例2の諸元の値を示す。

[表5]

f	1.00	~	4.08	~	9.07
F NO	1.85	~	2.31	~	2.91
2 ω	65.96	~	15.19	~	6.69°

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッベ数
1:	12.3203	0.145	1.92286	20.9
2:	4.1795	0.556	1.75500	52.3
3:	-46.2329	0.036		
4:	3.6288	0.383	1.88300	40.8
5:	12.0336	(D5)		
6:	12.0336	0.073	1.88300	40.8 (ガラスレンズ)
7:	1.3572	0.018	1.50914	56.4 (樹脂レンズ)
8:	1.3572	0.317		
9:	-1.5555	0.073	1.83400	37.4
10:	1.2659	0.331	1.92286	20.9
11:	-11.2792	(D11)		
12:	1.7985	0.404	1.80610	40.7
13:	95.8219	0.182		
14:	0.0000	0.639		(開口絞り)
15:	-18.9750	0.109	1.92286	20.9
16:	1.6709	0.073		
17:	2.3566	0.318	1.48749	70.4
18:	-5.3120	(D18)		
19:	1.7796	0.477	1.58313	59.5
20:	-4.9912	(D20)		
21:	0.0000	0.372	1.51680	64.2 (保護ガラス)
22:	0.0000	(BF)		

[0089] 数値実施例2において、第8面、第12面、第19面、第20面の各レンズ面は非球面であり、非球面係数は表6に示す通りである。

[表6]

〔第 8 面〕

$$\begin{aligned} \kappa &= 0.000000 & C_4 &= +0.399795 \times 10^{-1} & C_6 &= -0.220802 \\ & & C_8 &= +0.100957 \times 10^{-1} & C_{10} &= -0.127427 \times 10^{-1} \end{aligned}$$

〔第 12 面〕

$$\begin{aligned} \kappa &= +1.891710 & C_4 &= -0.511484 \times 10^{-1} & C_6 &= -0.635278 \times 10^{-1} \\ & & C_8 &= +0.628603 \times 10^{-1} & C_{10} &= -0.752343 \times 10^{-1} \end{aligned}$$

〔第 19 面〕

$$\begin{aligned} \kappa &= -4.420559 & C_4 &= +0.593163 \times 10^{-1} & C_6 &= -0.227150 \times 10^{-1} \\ & & C_8 &= +0.802458 \times 10^{-2} & C_{10} &= 0 \end{aligned}$$

〔第 20 面〕

$$\begin{aligned} \kappa &= +0.000000 & C_4 &= -0.450814 \times 10^{-2} & C_6 &= +0.712840 \times 10^{-2} \\ & & C_8 &= 0 & C_{10} &= 0 \end{aligned}$$

[0090] 第2実施例2において、レンズ位置状態が変化する際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の軸上面間隔D5、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間の軸上面間隔D11、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間の軸上面間隔D18、第4レンズ群G4と保護ガラスGLとの間の軸上面間隔D20は可変である。そこで、表7に数値実施例2における上記各可変軸上面間隔を焦点距離fと共に示す。

〔表7〕

(可変間隔表)

f	1.000	4.077	9.066
D5	0.145	1.953	2.725
D11	2.816	1.008	0.236
D18	1.058	0.303	1.253
D20	1.393	2.148	1.198
Bf	0.451	0.451	0.451

[0091] 以下の表8に数値実施例2における(1)～(4)の各条件式対応値を示す。

〔表8〕

$$f_2 = -0.993$$

$$(1) \quad n_2 = 1.896$$

$$(2) \quad R_s / D_a = 0.329$$

$$(3) \quad (R_1 - R_2) / (R_1 + R_2) = 0.797$$

$$(4) \quad |f_2| / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = 0.331$$

[0092] 図7乃至図9は数値実施例2の無限遠合焦状態での諸収差図をそれぞれ示し、図7は広角端状態($f=1.000$)、図8は中間焦点距離状態($f=4.077$)、図9は望遠端状態($f=9.066$)における諸収差図を示す。

[0093] 非点収差図中の実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面を示す。コマ収差図は、像高 $y=0, 0.269, 0.376, 0.538$ でのコマ収差をそれぞれ示し、 A は画角を示す。

[0094] 各収差図から、数値実施例2は諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

[0095] 図10は本発明ズームレンズの第3実施例3のレンズ構成を示しており、第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズL311及び物体側に凸面を向けた正レンズL312により構成され、第2レンズ群G2は像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL321及び両凹形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズL322により構成され、第3レンズ群G3は物体側に凸面を向けた正レンズと像側に凹面を向けた負レンズとの接合レンズL331及び物体側に凸面を向けた正レンズL332により構成され、第4レンズ群G4は物体側に凸面を向けた正レンズL341により構成される。そして、第2レンズ群G2の負メニスカスレンズL321はその像側の面に樹脂レンズPL3が一体的に形成された複合レンズである。

[0096] 第3実施例3では、開口絞りSが第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間に配置され、レンズ位置状態の変化時に固定である。また、第4レンズ群G4と結像面IMGとの間に保護ガラスGLが配置されている。

[0097] 以下の表9に、上記第3実施例に具体的数値を適用した数値実施例3の諸元の値を示す。

[表9]

f	1.00	~	4.08	~	9.07
F N0	1.85	~	2.15	~	2.91
2 ω	66.44	~	15.09	~	6.66°

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッベ数
1:	10.5525	0.145	1.92286	20.9
2:	4.1560	0.590	1.71300	53.9
3:	-54.6591	0.036		
4:	3.7542	0.371	1.83500	43.0
5:	14.1454	(D5)		
6:	14.1454	0.073	1.80420	46.5 (ガラスレンズ)
7:	1.3896	0.018	1.50914	56.4 (樹脂レンズ)
8:	1.3896	0.301		
9:	-1.5491	0.073	1.83500	43.0
10:	1.8632	0.277	1.92286	20.9
11:	-10.0001	(D11)		
12:	0.0000	0.309		(開口絞り)
13:	1.6145	1.271	1.71736	29.5
14:	-5.9102	0.291	1.92286	20.9
15:	1.5434	0.091		
16:	1.9626	0.392	1.48749	70.4
17:	-3.1218	(D17)		
18:	2.0831	0.545	1.69350	53.3
19:	-57.8731	(D19)		
20:	0.0000	0.372	1.55671	58.6 (保護ガラス)
21:	0.0000	(Bf)		

[0098] 数値実施例3において、第8面、第13面、第18面、第19面の各レンズ面は非球面であり、非球面係数は表10に示す通りである。

[表10]

[第 8 面]

$$\begin{aligned} \kappa &= 0.000000 & C_4 &= -0.361825 \times 10^{-2} & C_6 &= +0.140001 \times 10^{-2} \\ & & C_8 &= 0 & C_{10} &= 0 \end{aligned}$$

[第 13 面]

$$\begin{aligned} \kappa &= 0.000000 & C_4 &= -0.214089 \times 10^{-1} & C_6 &= -0.785604 \times 10^{-2} \\ & & C_8 &= +0.691404 \times 10^{-2} & C_{10} &= -0.455684 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

[第 18 面]

$$\begin{aligned} \kappa &= -1.137255 & C_4 &= -0.112941 \times 10^{-2} & C_6 &= +0.118775 \times 10^{-1} \\ & & C_8 &= +0.572306 \times 10^{-2} & C_{10} &= 0 \end{aligned}$$

[第 19 面]

$$\begin{aligned} \kappa &= +0.000000 & C_4 &= -0.827290 \times 10^{-2} & C_6 &= +0.234683 \times 10^{-1} \\ & & C_8 &= 0 & C_{10} &= 0 \end{aligned}$$

[0099] 第3実施例3において、レンズ位置状態が変化する際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の軸上面間隔D5、第2レンズ群G2と開口絞りSとの間の軸上面間隔D11、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間の軸上面間隔D17、第4レンズ群G4と保護ガラスGLとの間の軸上面間隔D19は可変である。そこで、表11に数値実施例3における上記各可変軸上面間隔を焦点距離fと共に示す。

[表11]

(可 変 間 隔 表)

f	1.000	4.083	9.071
D5	0.163	2.100	2.852
D11	2.833	0.897	0.145
D17	0.944	0.271	1.176
D19	1.276	1.949	1.044
Bf	0.451	0.451	0.451

[0100] 以下の表12に数値実施例3における(1)～(4)の各条件式対応値を示す。

[表12]

$$f_2 = -1.039$$

$$(1) \quad n_2 = 1.854$$

$$(2) \quad R_s / D_a = 0.399$$

$$(3) \quad (R_1 - R_2) / (R_1 + R_2) = 0.821$$

$$(4) \quad |f_2| / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = 0.338$$

[0101] 図11乃至図13は数値実施例3の無限遠合焦状態での諸収差図をそれぞれ示し、図11は広角端状態($f=1.000$)、図12は中間焦点距離状態($f=4.077$)、図13は望遠端状態($f=9.066$)における諸収差図を示す。

[0102] 非点収差図中の実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面を示す。コマ収差図は、像高 $y=0, 0.268, 0.376, 0.538$ でのコマ収差を示し、 A は画角を示す。

[0103] 各収差図から、数値実施例3は諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

[0104] 図14に本発明撮像装置の実施の形態を示す。

[0105] この実施の形態にかかる撮像装置10は、図14に示すように、大きく分けると、カメラ部20と、カメラDSP(Digital Signal Processor)30と、SDRAM(Synchronous Dynamic Random Access Memory)40と、媒体インターフェース(以下、媒体I/Fという。)50と、制御部60と、操作部70と、LCD(Liquid Crystal Display)80と、外部インターフェース(以下、外部I/Fという。)90を備えるとともに、記録媒体100が着脱可能とされている。

[0106] 記録媒体100は、半導体メモリーを用いたいわゆるメモリーカード、記録可能なDVD(Digital Versatile Disk)や記録可能なCD(Compact Disc)等の光記録媒体、磁気ディスクなどの種々のものを用いることができるが、この実施の形態においては、記録媒体100として、例えば、メモリーカードを用いるものとして説明する。

[0107] そして、カメラ部20は、光学ブロック21、CCD(Charge Coupled Device)22、前処理回路23、光学ブロック用ドライバ24、CCD用ドライバ25、タイミング生成回路26等を備えたものである。ここで、光学ブロック21は、レンズ、フォーカス機構、シャッター機構、絞り(アイリス)機構などを備えたものである。そして、光学ブロック21中のレンズには、上記したズームレンズ1、2、3等の本発明にかかるズームレンズが使用され

る。また、R、G、Bそれぞれの色毎に分解された画像を取り入れた後、各色の画像を重ね合わせて一のカラー画像情報を生成する場合には、最も像側のレンズ群と像面との間の位置に色分解プリズムを挿入すると共に、該色分解プリズムによって分解されたR、G、B各色毎に個別のCCD22が設けられる。この場合、ローパスフィルタLPFは各CCDの直前(物体側)に挿入しても良いし、或いはまた、色分解プリズムの物体側に挿入しても良い。

[0108] また、制御部60は、CPU(Central Processing Unit)61、RAM(Random Access Memory)62、フラッシュROM(Read Only Memory)63、時計回路64等が、システムバス65を通じて接続されて構成されたマイクロコンピュータであり、この実施の形態の撮像装置10の各部を制御することができるものである。

[0109] ここで、RAM62は、処理の途中結果を一時記憶するなど主に作業領域として用いられるものである。また、フラッシュROM63は、CPU61において実行する種々のプログラムや、処理に必要なデータなどが記憶されたものである。また、時計回路64は、現在年月日、現在曜日、現在時刻を提供することができるとともに、撮影日時などを提供するなどのことができるものである。

[0110] そして、画像の撮影時においては、光学ブロック用ドライバ24は、制御部60からの制御に応じて、光学ブロック21を動作させるようにする駆動信号を形成し、これを光学ブロック21に供給して、光学ブロック21を動作させるようにする。光学ブロック21は、光学ブロック用ドライバ24からの駆動信号に応じて、フォーカス機構、シャッター機構、絞り機構が制御され、被写体の画像を取り込んで、これをCCD22に対して提供する。

[0111] CCD22は、光学ブロック21からの画像を光電変換して出力するものであり、CCD用ドライバ25からの駆動信号に応じて動作し、光学ブロック21からの被写体の画像を取り込むとともに、制御部60によって制御されるタイミング生成回路26からのタイミング信号に基づいて、取り込んだ被写体の画像(画像情報)を電気信号として前処理回路23に供給する。

[0112] なお、上述したように、タイミング生成回路26は、制御部60からの制御に応じて、所定のタイミングを提供するタイミング信号を形成するものである。また、CCD用ドライ

バ25は、タイミング生成回路26からのタイミング信号に基づいて、CCD22に供給する駆動信号を形成するものである。

[0113] 前処理回路23は、これに供給された電気信号の画像情報に対して、CDS (Correlated Double Sampling) 処理を行って、S/N比を良好に保つようにするとともに、AGC (Automatic Gain Control) 処理を行って、利得を制御し、そして、A/D (Analog/Digital) 変換を行って、デジタル信号とされた画像データを形成する。

[0114] 前処理回路23からのデジタル信号とされた画像データは、カメラDSP30に供給される。カメラDSP30は、これに供給された画像データに対して、AF (Auto Focus)、AE (Auto Exposure)、AWB (Auto White Balance) などのカメラ信号処理を施す。このようにして種々の調整がされた画像データは、所定の圧縮方式でデータ圧縮され、システムバス65、媒体I/F50を通じて、この実施の形態の撮像装置10に装填された記録媒体100に供給され、後述もするように記録媒体100にファイルとして記録される。

[0115] また、記録媒体100に記録された画像データは、タッチパネルやコントロールキーなどからなる操作部70を通じて受け付けたユーザーからの操作入力に応じて、目的とする画像データが媒体I/F50を通じて記録媒体100から読み出され、これがカメラDSP30に供給される。

[0116] カメラDSP30は、記録媒体100から読み出され、媒体I/F50を通じて供給されたデータ圧縮されている画像データについて、そのデータ圧縮の解凍処理(伸張処理)を行い、解凍後の画像データをシステムバス65を通じて、LCDコントローラ81に供給する。LCDコントローラ81は、これに供給された画像データからLCD80に供給する画像信号を形成し、これをLCD80に供給する。これにより、記録媒体100に記録されている画像データに応じた画像が、LCD80の表示画面に表示される。

[0117] なお、画像の表示の形態は、ROMに記録された表示処理プログラムに従う。つまり、この表示処理プログラムは後述するファイルシステムがどのような仕組みで記録されているのか、どのように画像を再生するのかというプログラムである。

[0118] また、この実施の形態にかかる撮像装置10には、外部I/F90が設けられている。この外部I/F90を通じて、例えば、外部のパーソナルコンピュータと接続して、パー

ソナルコンピュータから画像データの供給を受けて、これを自機に装填された記録媒体100に記録したり、また、自機に装填された記録媒体100に記録されている画像データを外部のパーソナルコンピュータ等に供給したりすることもできるものである。

[0119] また、外部I/F90に通信モジュールを接続することにより、例えば、インターネットなどのネットワークに接続して、ネットワークを通じて種々の画像データやその他の情報を取得し、自機に装填された記録媒体100に記録したり、あるいは、自機に装填された記録媒体100に記録されているデータを、ネットワークを通じて目的とする相手先に送信したりすることもできるものである。

[0120] また、外部のパーソナルコンピュータやネットワークを通じて取得し、記録媒体に記録した画像データなどの情報についても、上述したように、この実施の形態の撮像装置において読み出して再生し、LCD80に表示してユーザーが利用することももちろんできるようにされている。

[0121] なお、外部I/F90は、IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 1394、USB (Universal Serial Bus) などの有線用インターフェースとして設けることも可能であるし、光や電波による無線インターフェースとして設けることも可能である。すなわち、外部I/F90は、有線、無線のいずれのインターフェースであってもよい。

[0122] このように、この実施の形態にかかる撮像装置10は、被写体の画像を撮影して、当該撮像装置10に装填された記録媒体100に記録することができるとともに、記録媒体100に記録された画像データを読み出して、これを再生し、利用することができるものである。また、外部のパーソナルコンピュータやネットワークを通じて、画像データの提供を受けて、これを自機に装填された記録媒体100に記録したり、また、読み出して再生したりすることもできるものである。

[0123] なお、上記撮像装置10において、撮像手段としてCCDを示したが、本発明撮像装置における撮像手段がCCDに限られることを意味するものではない。CCDの他に、CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) やその他の撮像素子を使用することもできる。

[0124] なお、上記した各実施の形態及び数値実施例における各部の具体的形状や構造及び数値は、何れも本発明を実施するに際して行う具体化のほんの一例を示したも

のに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されることがあってはならないものである。

産業上の利用可能性

- [0125] ズームレンズ及び該ズームレンズを使用した撮像装置を提供することが出来、デジタルビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等に広く利用することが出来る。

請求の範囲

- [1] 物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群が配列されて成り、

広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、上記第1レンズ群及び第3レンズ群が光軸方向に一定の位置に固定され、上記第2レンズ群が像側へ移動し、上記第4レンズ群の移動により上記第2レンズ群の移動に伴う像面位置の変動を補償し、

開口絞りが上記第3レンズ群の物体側又は第3レンズ群中に配置され、上記レンズ位置状態が変化する際に光軸方向に固定され、

上記第2レンズ群は、物体側より順に配列された、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ及び両凹レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズで構成され、上記負メニスカスレンズはガラスレンズの像側に樹脂レンズを複合した複合レンズであり、上記樹脂レンズの像側レンズ面が非球面であり、

以下の条件式(1)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(1) n_2 > 1.75$$

但し、

n_2 : 第2レンズ群を構成するガラスレンズのd線に対する屈折率の平均

- [2] 請求項1に記載のズームレンズにおいて、

以下の条件式(2)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(2) 0.25 < R_s / D_a < 0.45$$

但し、

R_s : 第2レンズ群中に配置される負メニスカスレンズの最も像側のレンズ面の曲率半径

D_a : 広角端状態における上記レンズ面 R_s から開口絞りまでの距離

- [3] 請求項1に記載のズームレンズにおいて、

以下の条件式(3)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(3) 0.7 < (R_1 - R_2) / (R_1 + R_2) < 0.9$$

但し、

R1:第2レンズ群中に配置される負メニスカスレンズの最も物体側のレンズ面の曲率半径

R2:第2レンズ群中に配置される負メニスカスレンズを構成するガラスレンズの像側レンズ面の曲率半径

- [4] 請求項1に記載のズームレンズにおいて、
以下の条件式(4)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(4) 0.3 < |f2| / (fw \cdot ft)^{1/2} < 0.4$$

但し、

f2:第2レンズ群の焦点距離

fw:広角端状態におけるレンズ全系での焦点距離

ft:望遠端状態におけるレンズ全系での焦点距離

- [5] ズームレンズと、上記ズームレンズで形成された光学像を電気信号に変換する撮像素子を備えた撮像装置であって、

上記ズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群が配列されて成り、

広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、上記第1レンズ群及び第3レンズ群が光軸方向に一定の位置に固定され、上記第2レンズ群が像側へ移動し、上記第4レンズ群の移動により上記第2レンズ群の移動に伴う像面位置の変動を補償し、

開口絞りが上記第3レンズ群の物体側又は第3レンズ群中に配置され、上記レンズ位置状態が変化する際に光軸方向に固定され、

上記第2レンズ群は、物体側より順に配列された、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ及び両凹レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズで構成され、上記負メニスカスレンズはガラスレンズの像側に樹脂レンズを複合した複合レンズであり、上記樹脂レンズの像側レンズ面が非球面であり、

以下の条件式(1)を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(1) n_2 > 1.75$$

但し、

n_2 : 第2レンズ群を構成するガラスレンズのd線に対する屈折率の平均

[6] 請求項5に記載の撮像装置において、

以下の条件式(2)を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(2) 0.25 < R_s / D_a < 0.45$$

但し、

R_s : 第2レンズ群中に配置される負メニスカスレンズの最も像側のレンズ面の曲率半径

D_a : 広角端状態における上記レンズ面 R_s から開口絞りまでの距離

[7] 請求項5に記載の撮像装置において、

以下の条件式(3)を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(3) 0.7 < (R_1 - R_2) / (R_1 + R_2) < 0.9$$

但し、

R_1 : 第2レンズ群中に配置される負メニスカスレンズの最も物体側のレンズ面の曲率半径

R_2 : 第2レンズ群中に配置される負メニスカスレンズを構成するガラスレンズの像側レンズ面の曲率半径

[8] 請求項5に記載の撮像装置において、

以下の条件式(4)を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(4) 0.3 < |f_2| / (f_w \cdot f_t)^{1/2} < 0.4$$

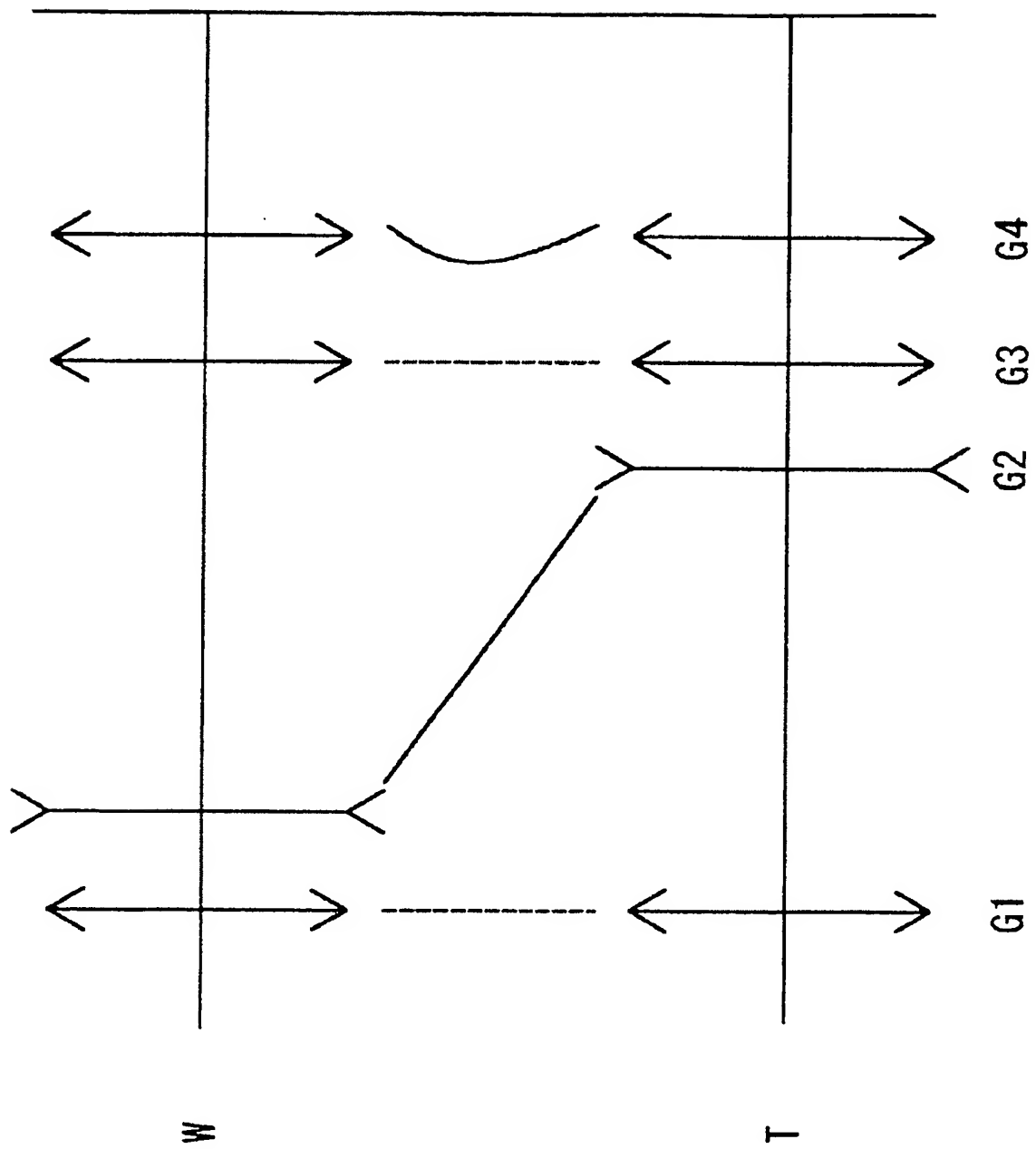
但し、

f_2 : 第2レンズ群の焦点距離

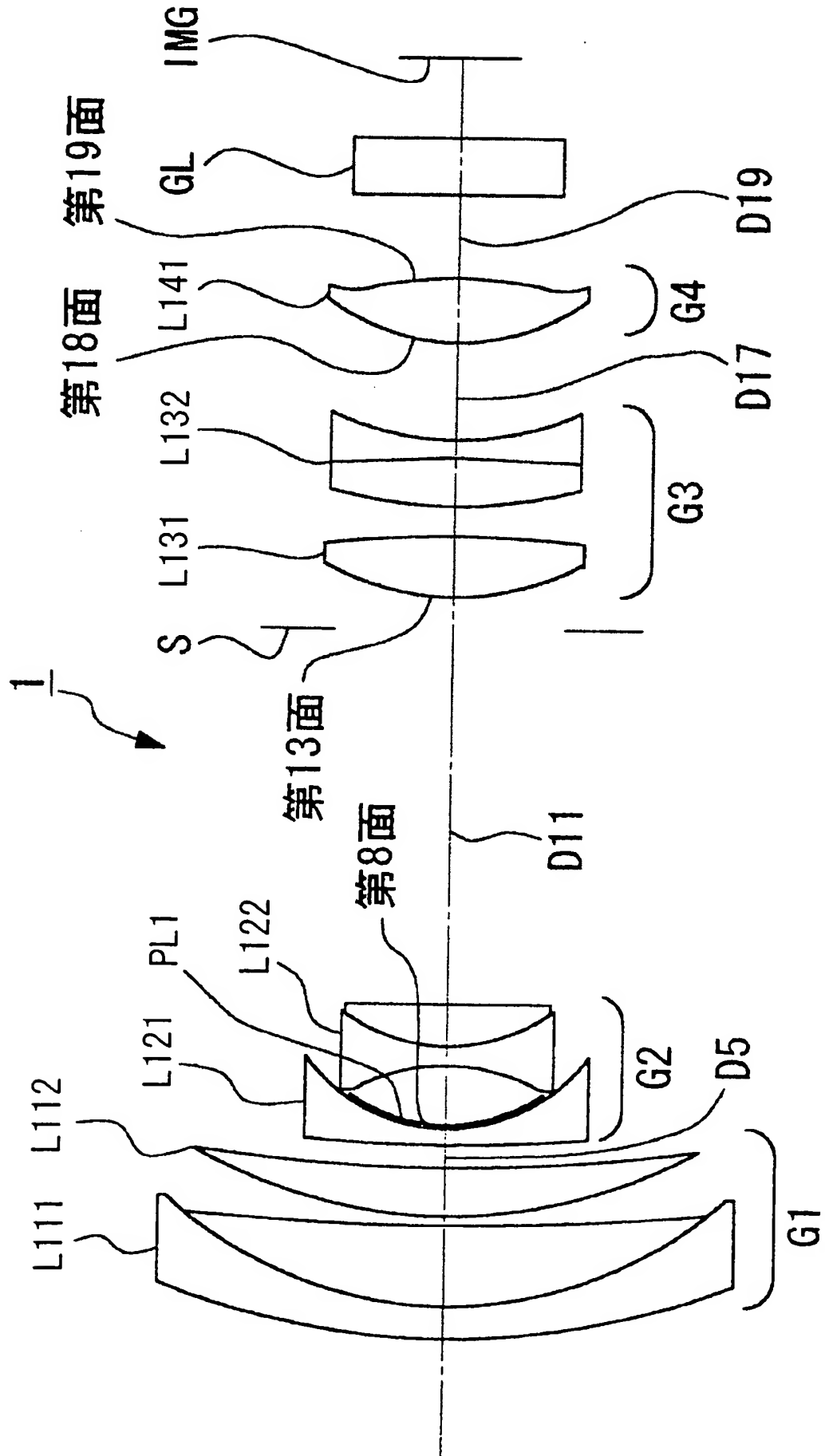
f_w : 広角端状態におけるレンズ全系での焦点距離

f_t : 望遠端状態におけるレンズ全系での焦点距離

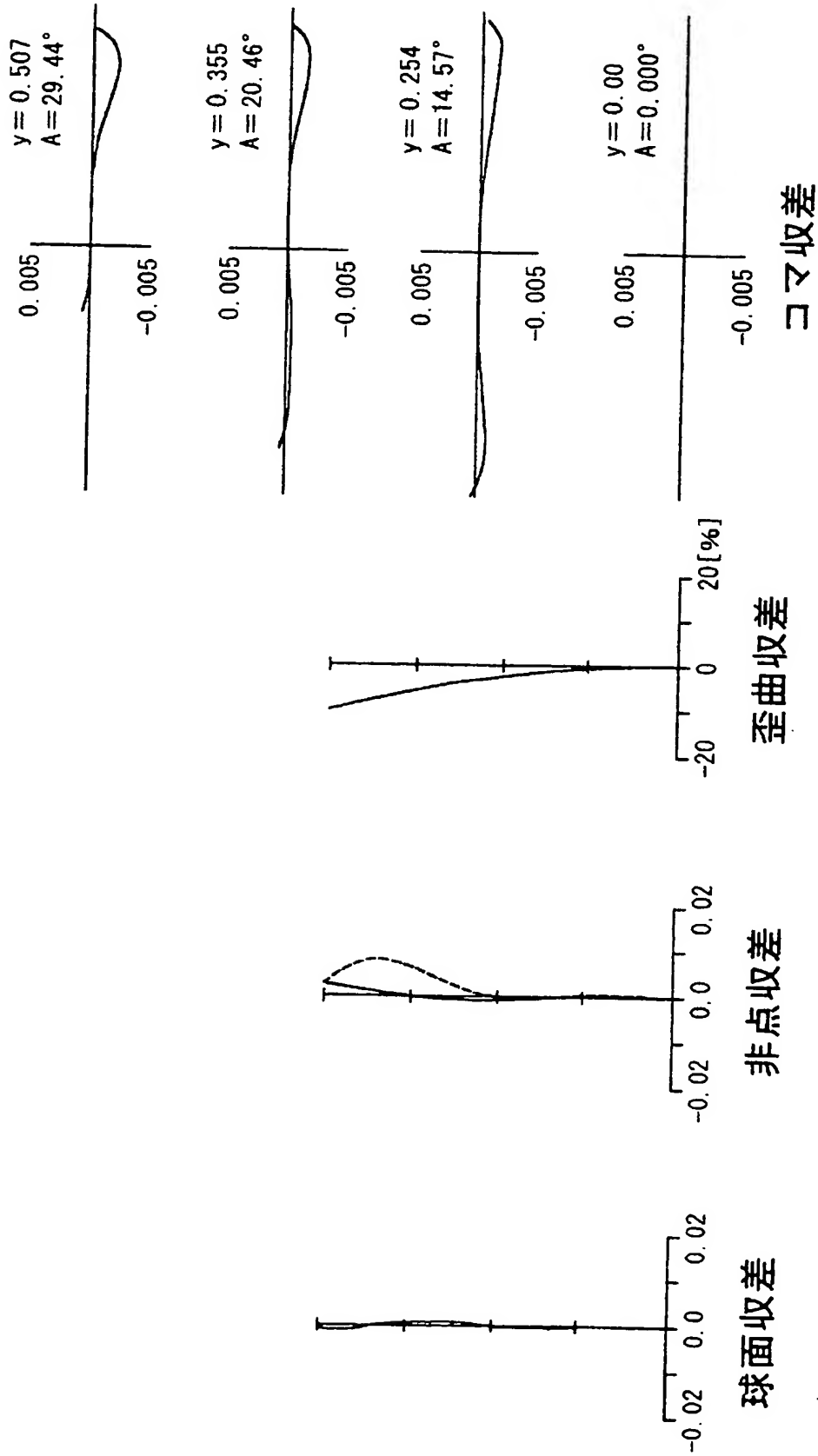
[図1]



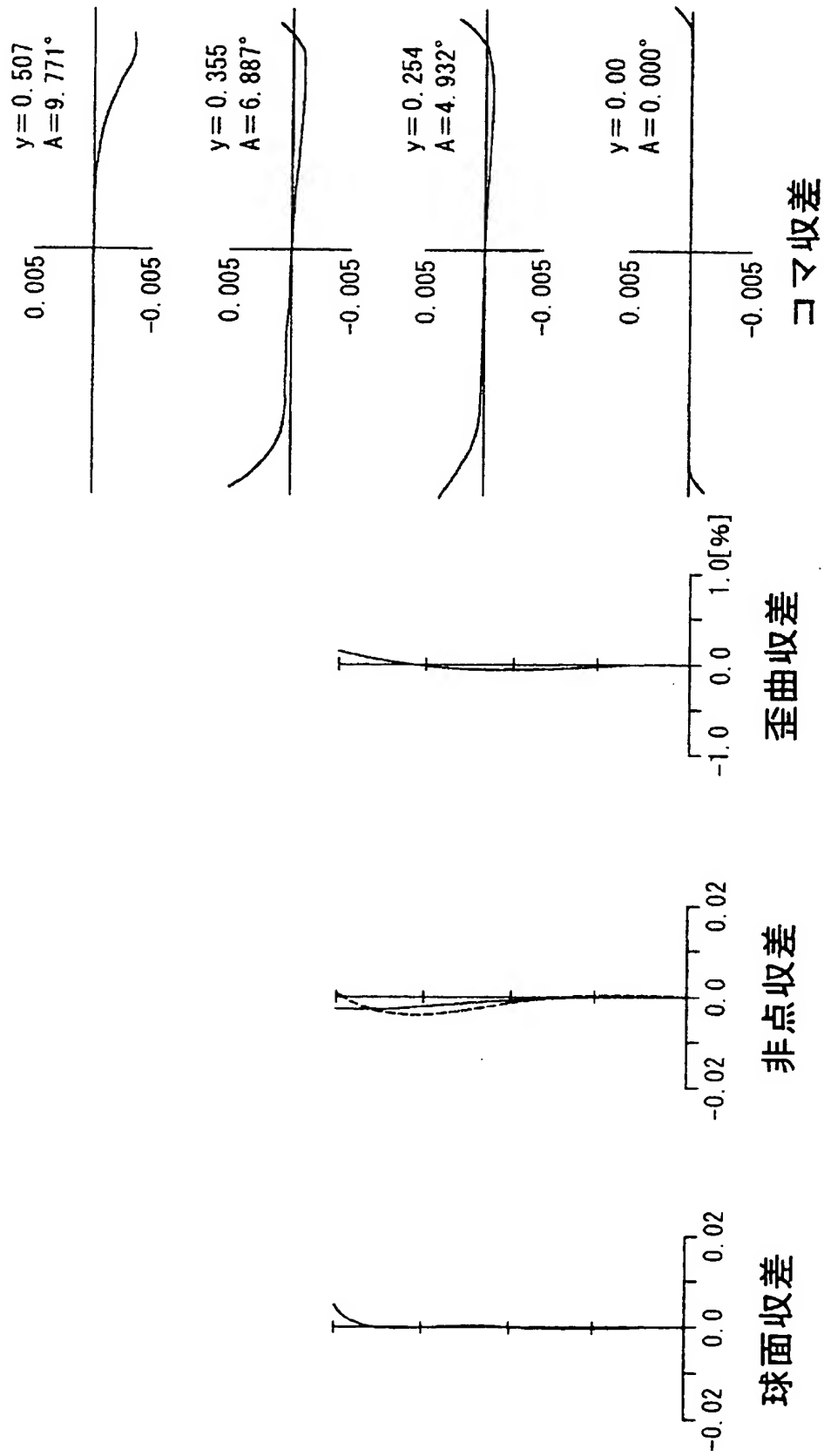
[図2]



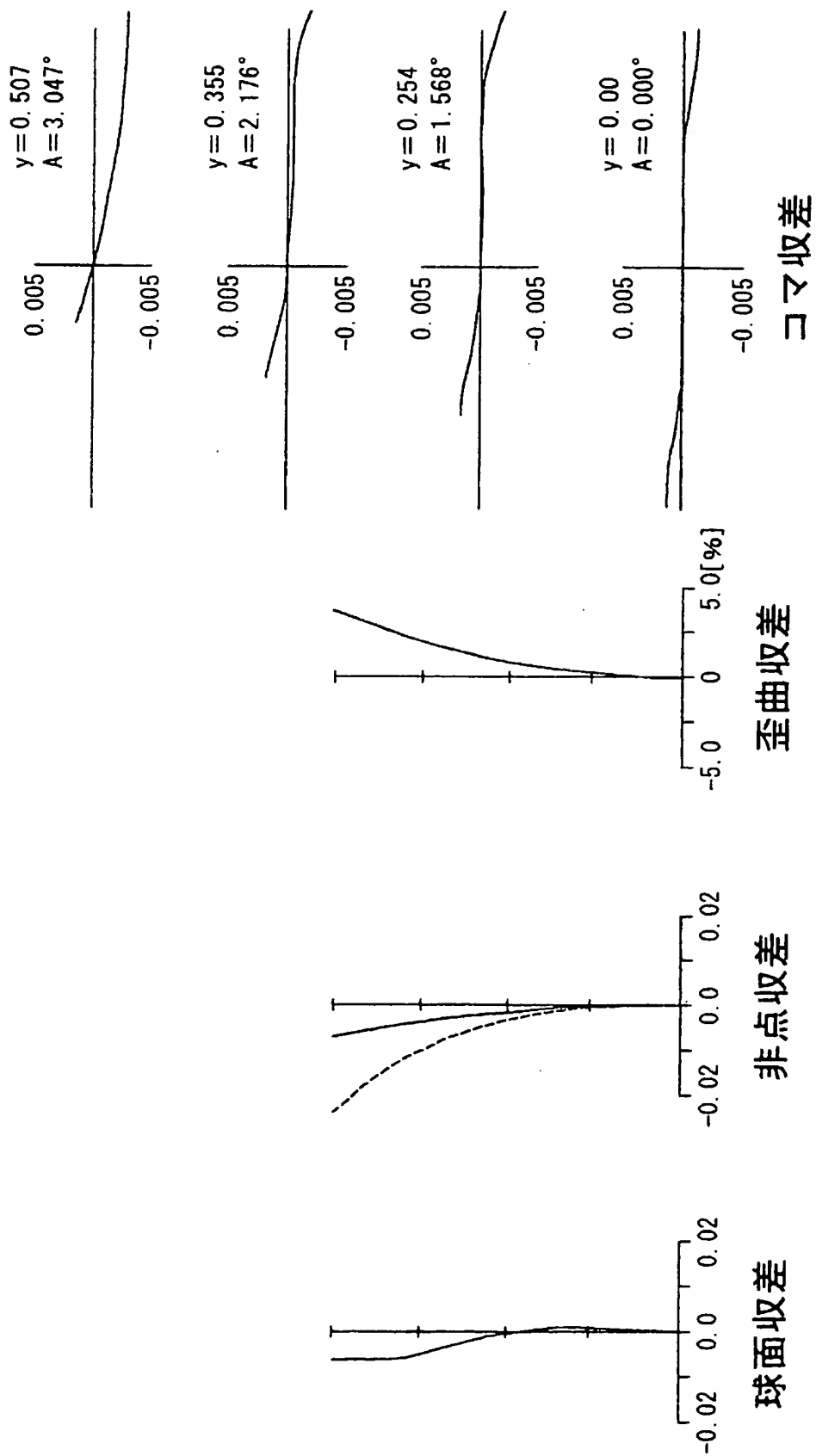
[図3]



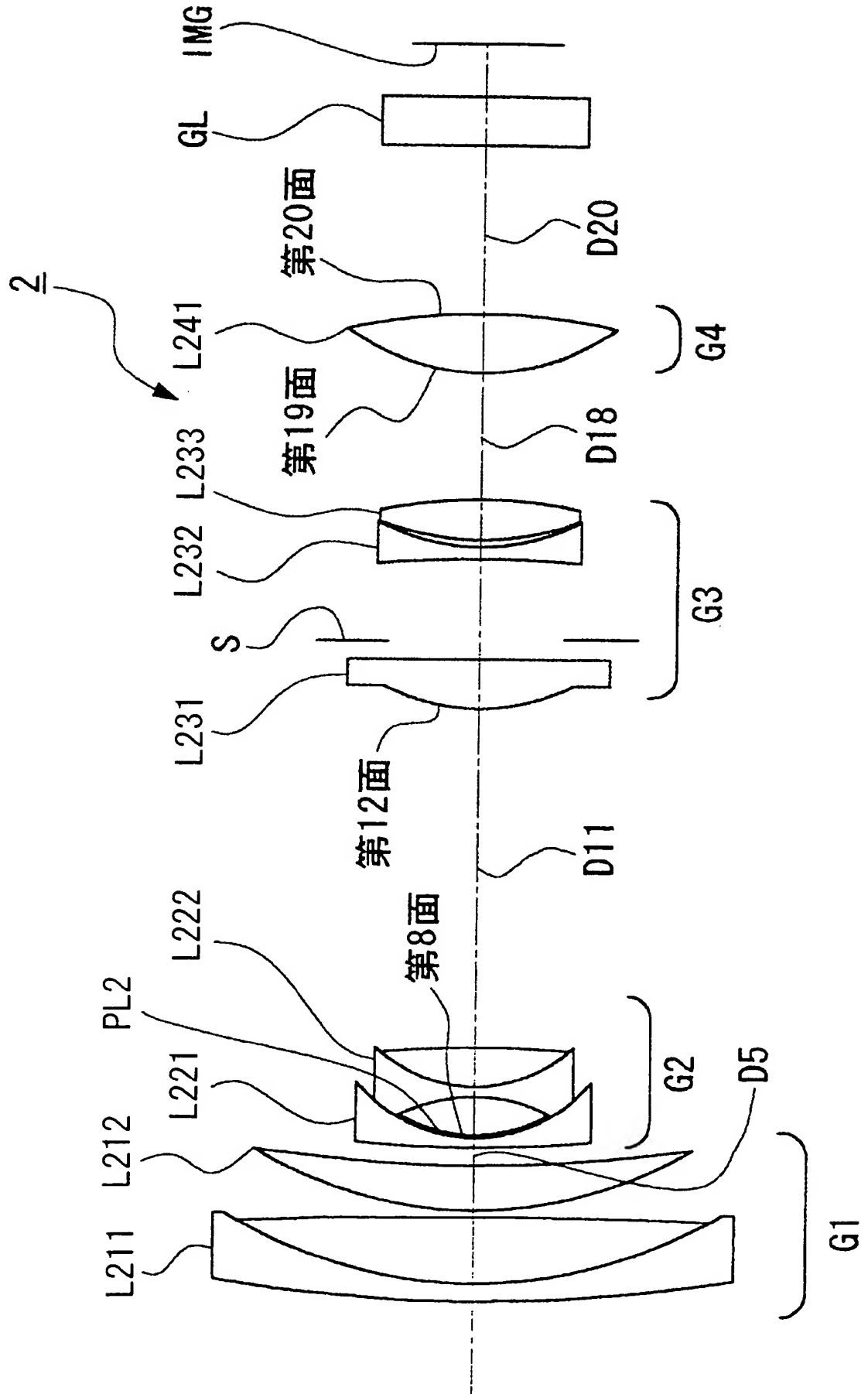
[図4]



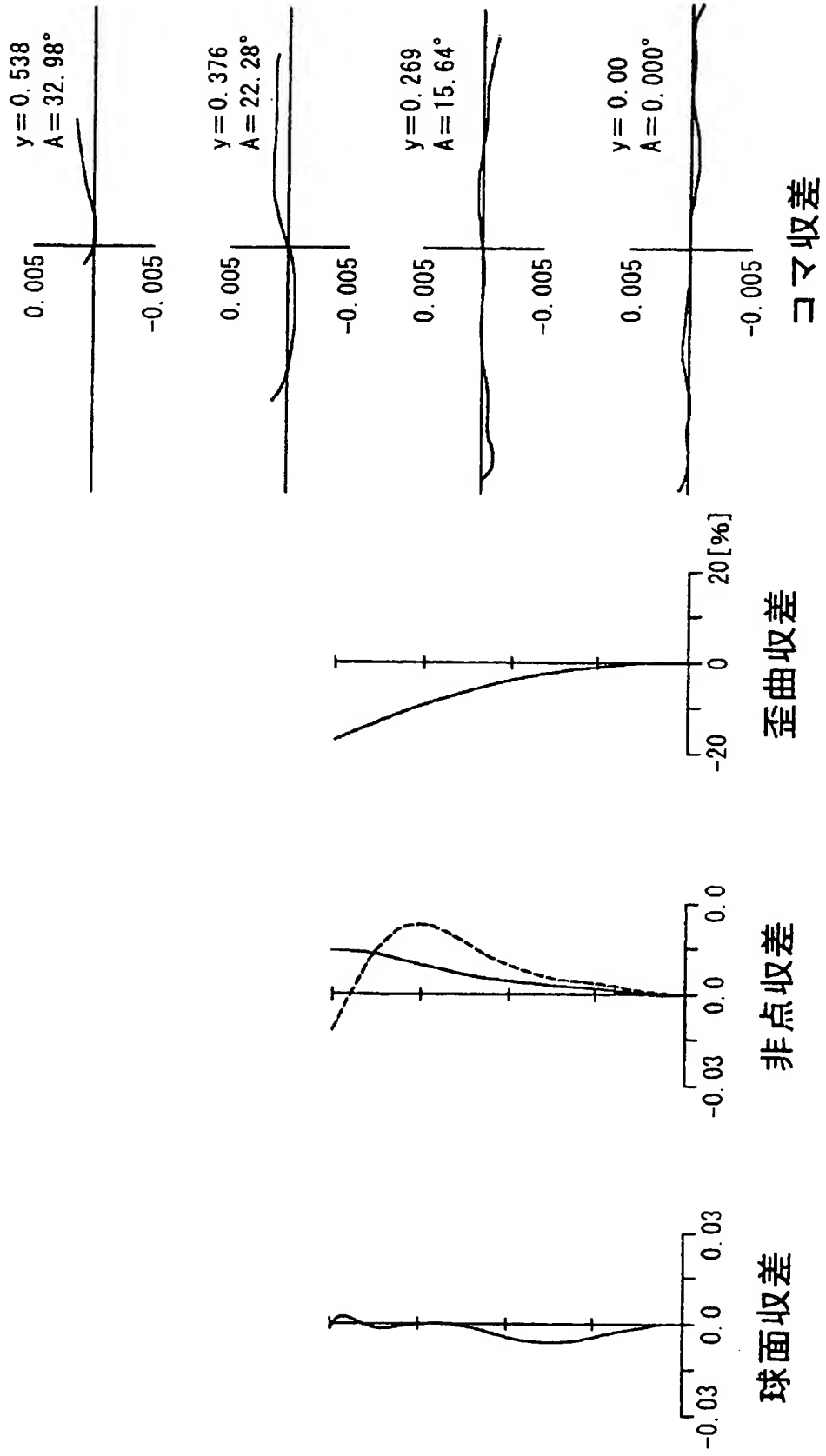
[図5]



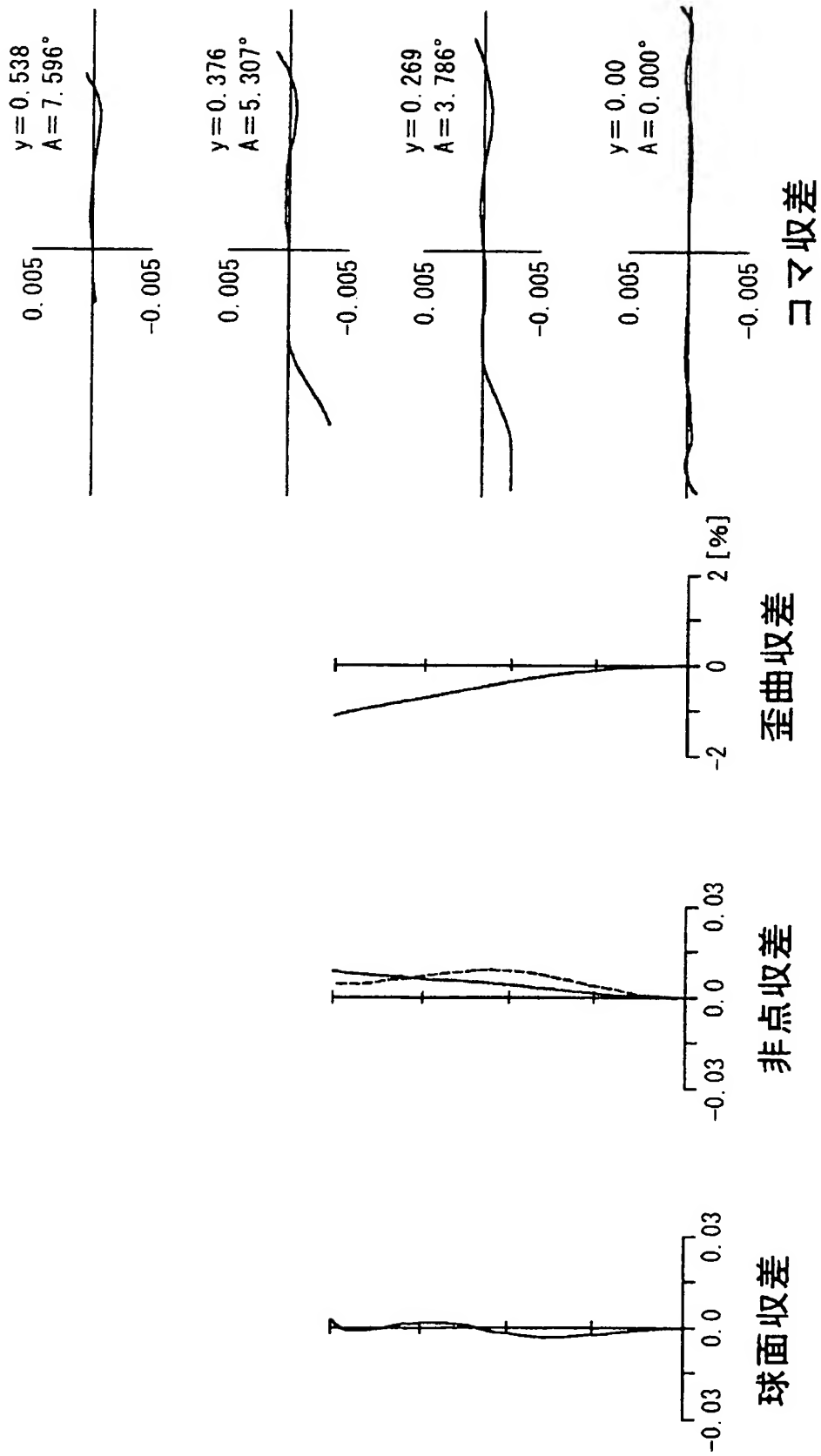
[図6]



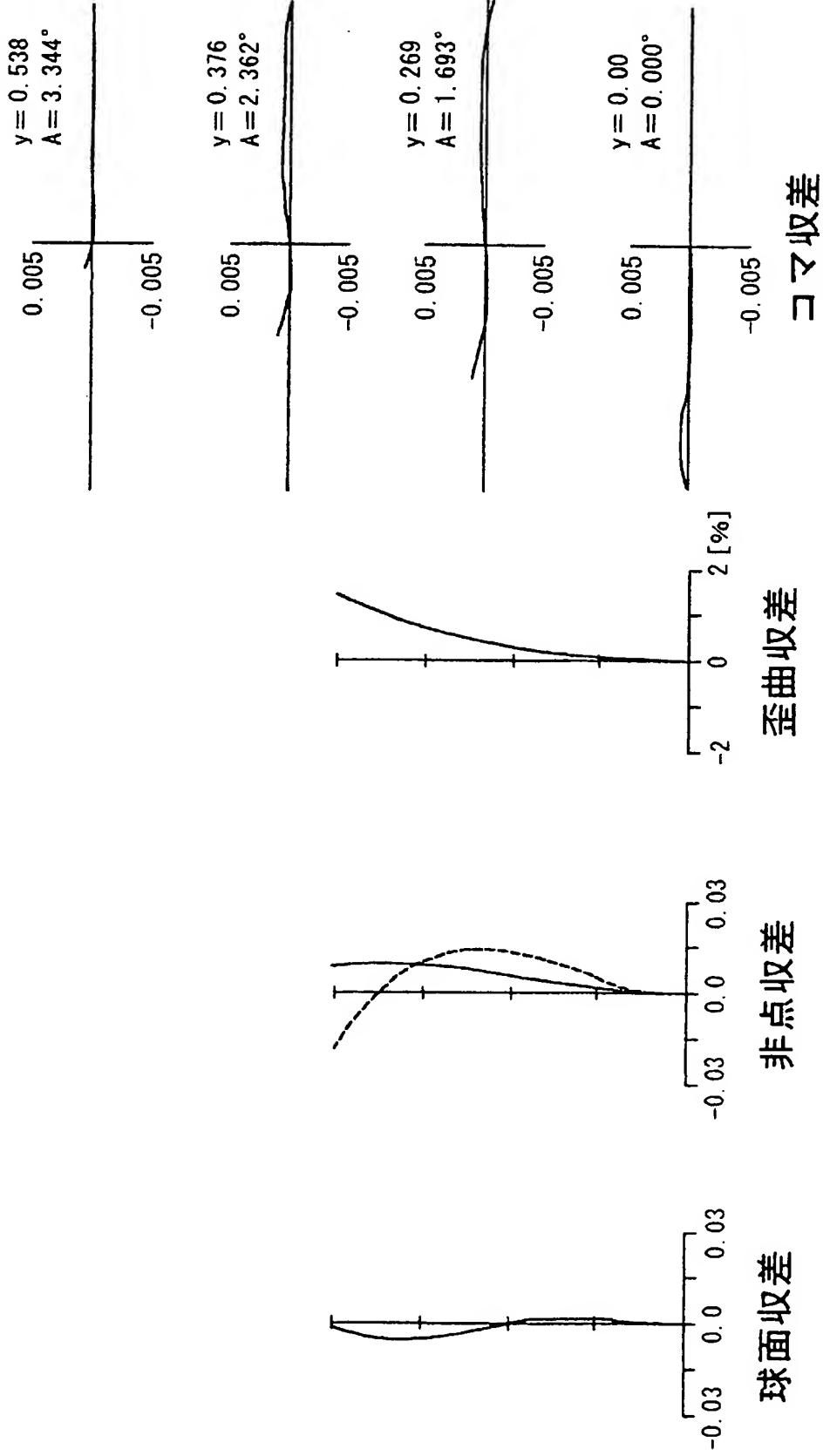
[図7]



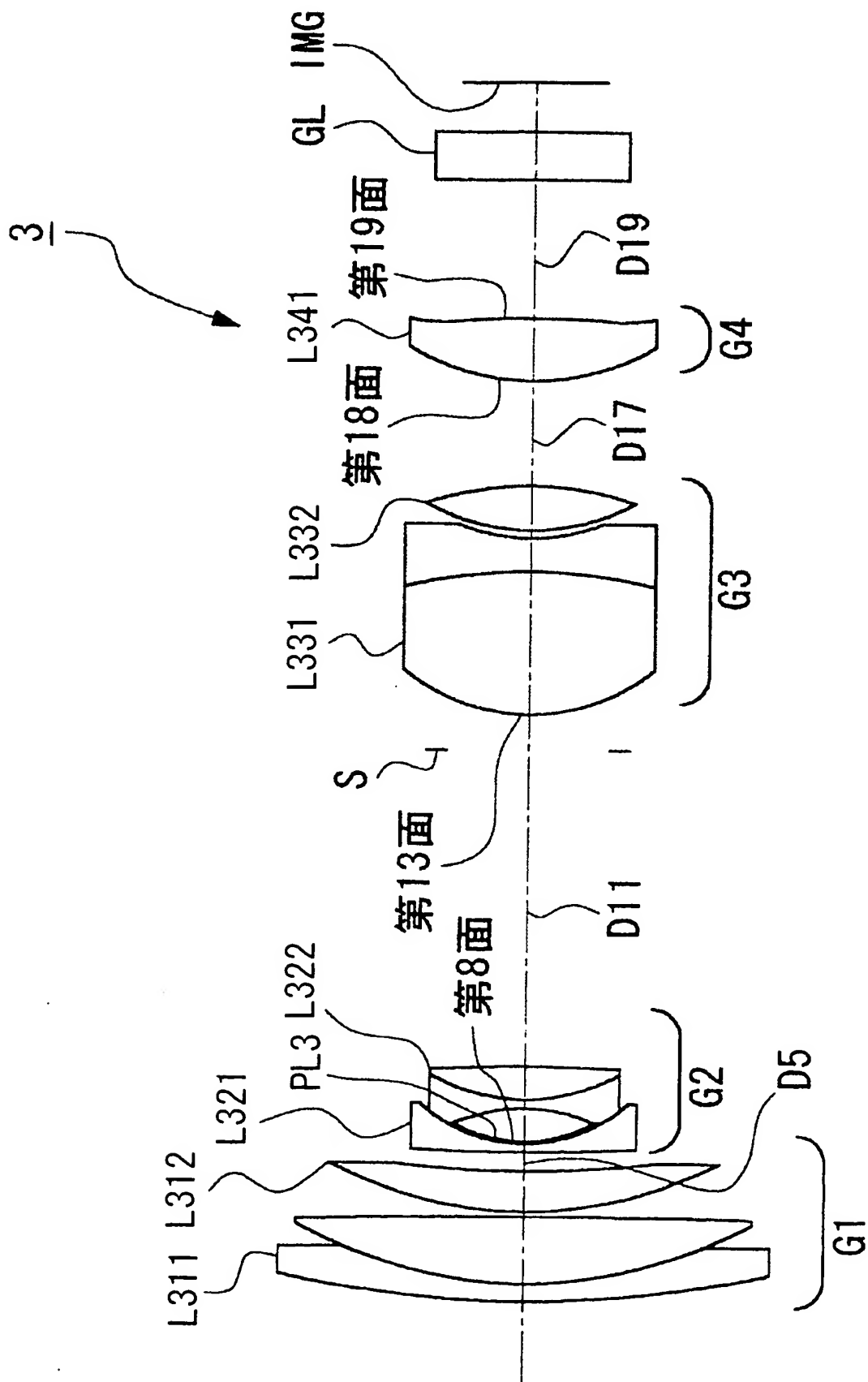
[図8]



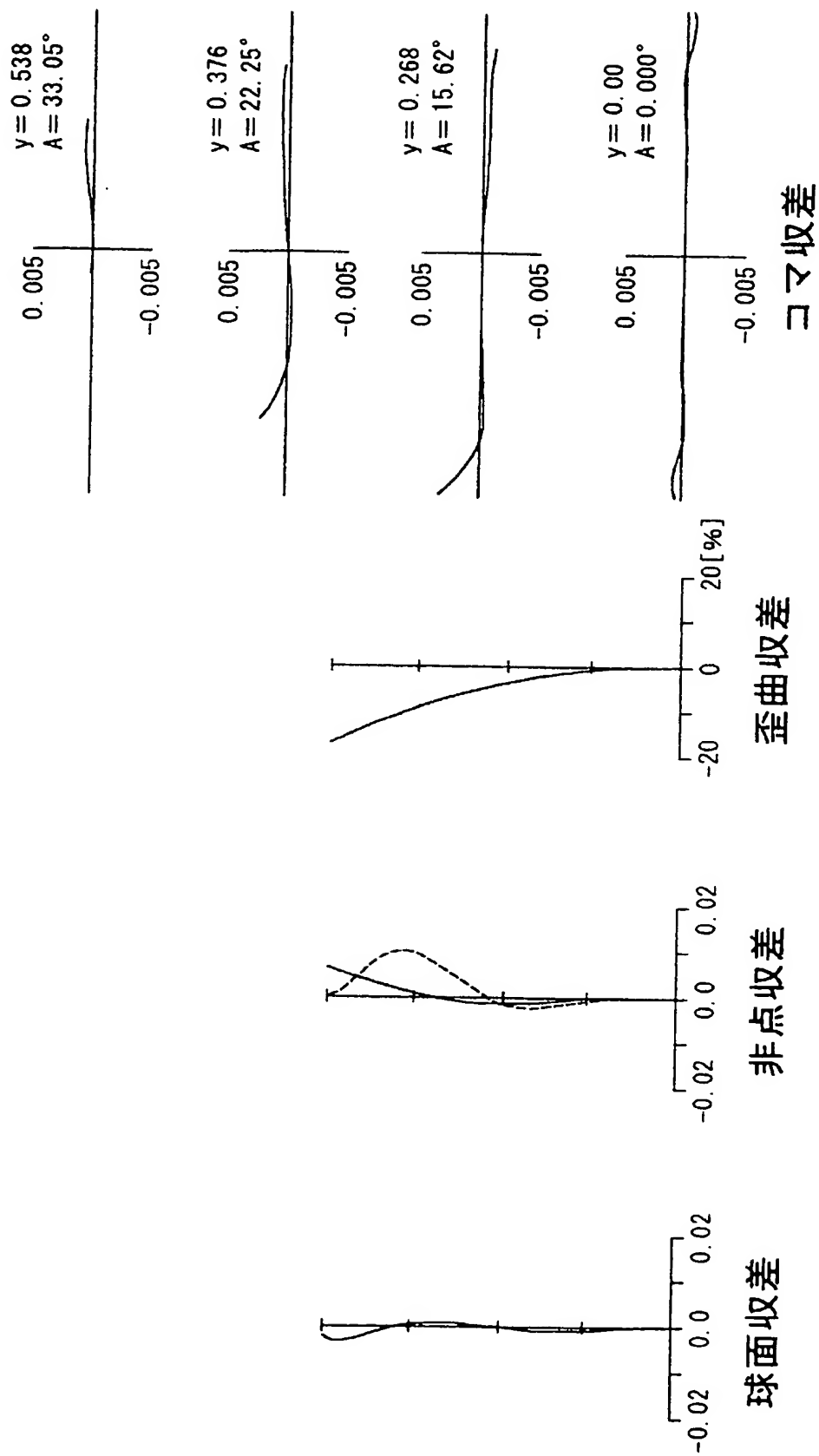
[図9]



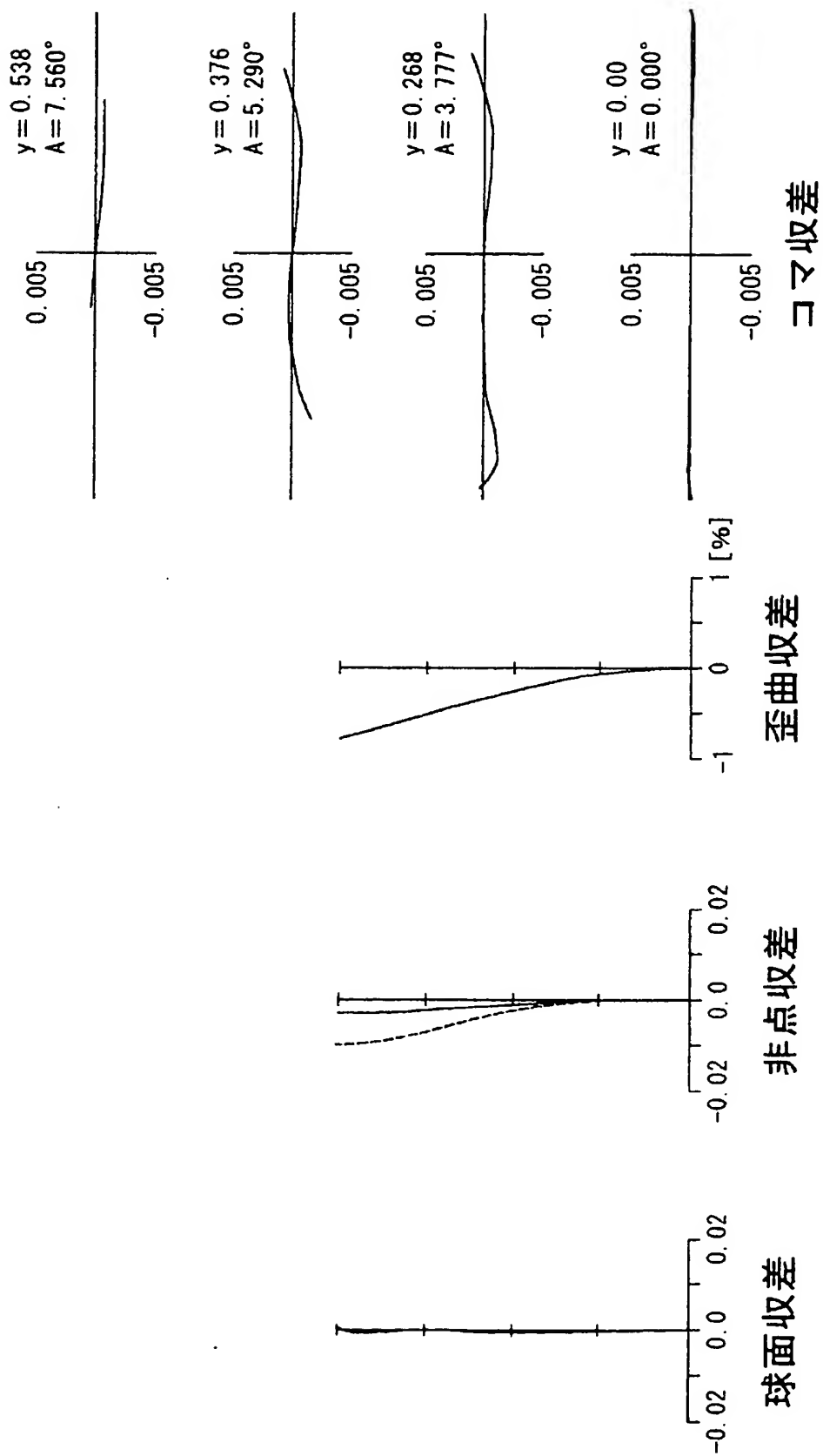
[図10]



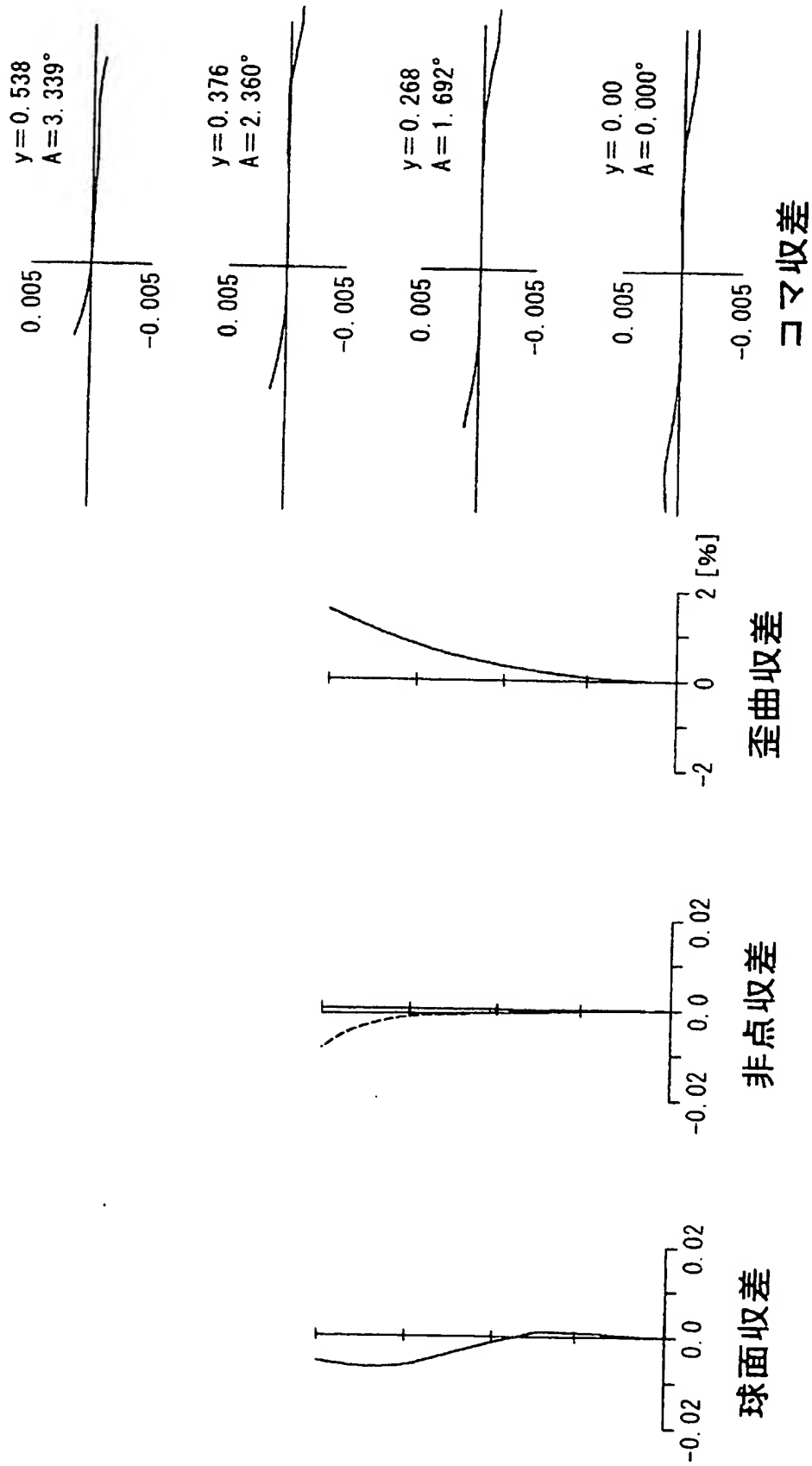
[図11]



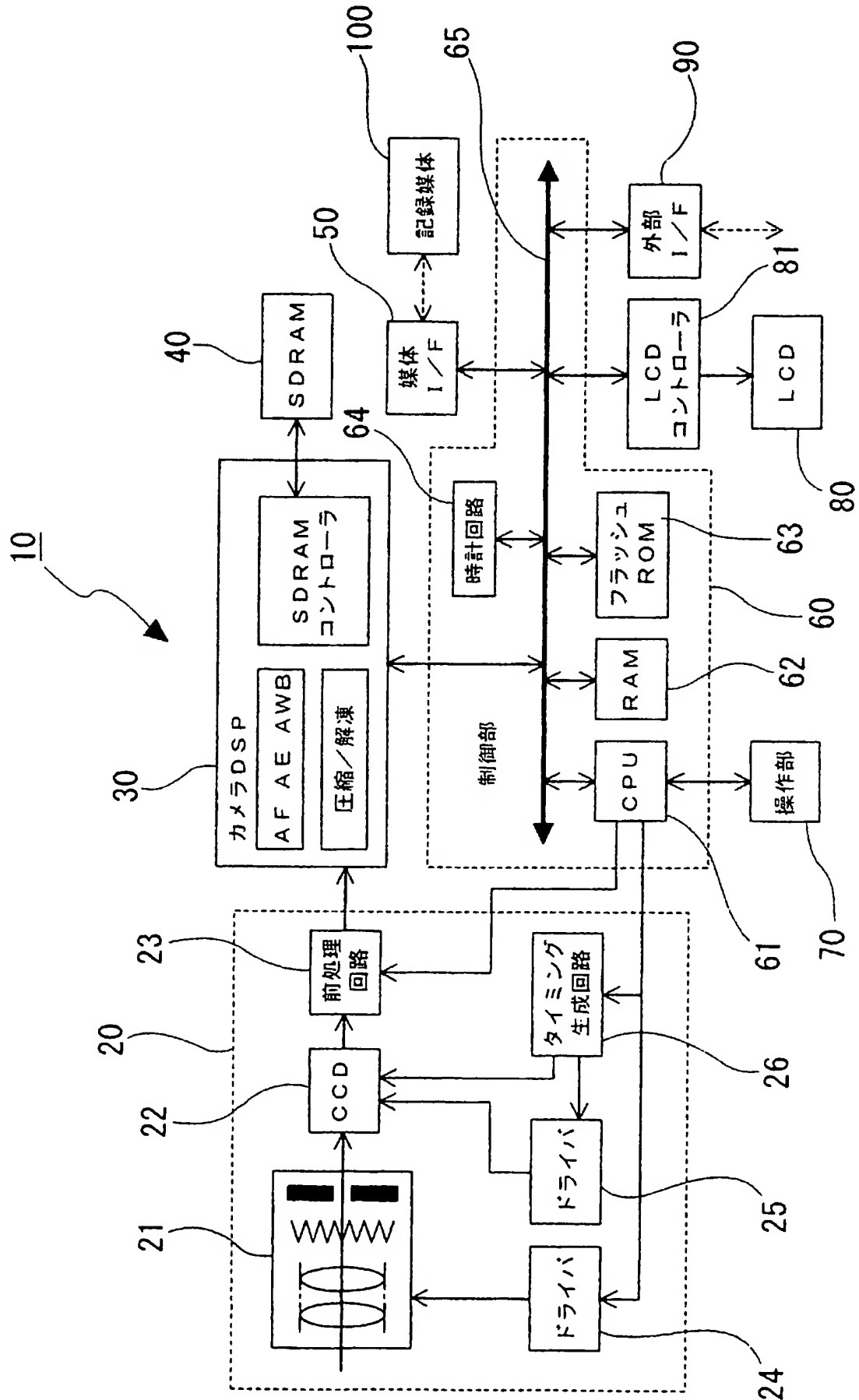
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/018343

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B15/16(2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B15/16(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2000-221395 A (Minolta Co., Ltd.), 11 August, 2000 (11.08.00), Example 1 & US 6400515 B1	1, 2, 4-6, 8 3, 7
Y	JP 2003-295055 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 15 October, 2003 (15.10.03), Example 1 (Family: none)	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"F" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 December, 2005 (14.12.05)Date of mailing of the international search report
27 December, 2005 (27.12.05)Name and mailing address of the ISA
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B15/16 (2006.01)			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B15/16 (2006.01)			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公報実用新案公報 1971-2005年 日本国実用新案登録公報 1996-2005年 日本国登録実用新案公報 1994-2005年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示		関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 2000-221395 A (ミノルタ株式会社) 2000.08.11, 実施例 1 & US 6400515 B1		1, 2, 4-6, 8 3, 7
Y	JP 2003-295055 A (松下電器産業株式会社) 2003.10.15, 実施例 1 (ファミリーなし)		1-8
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に営及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 14.12.2005		国際調査報告の発送日 27.12.2005	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 山村 浩 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	2V 9219

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.